



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

Diversidad ictiológica y estado de conservación del río Biabo, cuenca del Huallaga (Bellavista - San Martín)

TESIS

**Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en
Hidrobiología y Pesquería**

AUTOR

Mirian Pamela ANDÍA ASTO

ASESOR

Teófilo Hernán ORTEGA TORRES

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Andía, M. (2020). *Diversidad ictiológica y estado de conservación del río Biabo, cuenca del Huallaga (Bellavista - San Martín)*. Tesis para optar el título de Bióloga con Mención en Hidrobiología y Pesquería. Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CODIGO ORCID DEL AUTOR:

CODIGO ORCID DEL ASESOR: 0000-0002-4396-2598

DNI: 71373606

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: Solitario

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN: Fondecit

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Alto y Bajo Biabo / Bellavista / San Martín y Museo de Historia Natural UNMSM

UTM: 351589 / 9146039

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ:

2017 - 2019



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERÍA
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS)**

Siendo las 16:00 horas del 19 de febrero de 2020, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al Título Profesional de Bióloga con mención en **Hidrobiología y Pesquería** de **MIRIAN PAMELA ANDÍA ASTO**.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° 040-EPCB-2019, la titulando expuso su tesis: **“DIVERSIDAD ICTIOLÓGICA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL RÍO BIABO, CUENCA DEL HUALLAGA (BELLAVISTA-SAN MARTÍN)”**, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 18, calificativo: Aprobado con mención honrosa

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el Título Profesional de Bióloga con mención en **Hidrobiología y Pesquería** a **MIRIAN PAMELA ANDÍA ASTO** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 17:20 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 19 de febrero de 2020.

Dr. MAURO MARIANO ASTOCONDOR
(PRESIDENTE)

Mg. HERNAN ORTEGA TORRES
(ASESOR)

Mg. LILIANA TAPIA UGAZ
(MIEMBRO)

Mg. JERRY ARANA MAESTRE
(MIEMBRO)

Dedicado con mucho cariño a mi abuelita Julia y a mi
tío Javier, siempre estarán presentes en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Herlinda y Oscar, por el apoyo incondicional en cada decisión tomada, por involucrarme desde mi niñez en cada viaje realizado, el amor a la naturaleza y por alentarme cada día a seguir este camino que me he propuesto.

A mis hermanas, Melany y Mayra, por su gran ayuda, de ustedes aprendí temas que complementaron esta etapa profesional.

A mi asesor y profesor Hernán Ortega, por permitirme ingresar al departamento de Ictiología y ser un ejemplo para seguir, que me motivo a involucrarme a este maravilloso mundo de los peces, por sus continuas enseñanzas, por su siempre apoyo, por involucrarme en el proyecto Amanzonfish que me permitió desarrollar la tesis.

Al profesor Max Hidalgo, por su ayuda en el trabajo en campo y por sus enseñanzas en la taxonomía en peces.

A mis amigos del departamento de Ictiología: Nicol, Gian Pier, José, Yuli, Lenin, Enrique, Omar y Lisveth por su gran ayuda, los consejos, comentarios y su apoyo incondicional.

A Tatiana Pequeño y CIMA por brindarme información sobre el área y poder desarrollar la salida de campo.

A Pame Fuentes por ser mi gran amiga, apoyarme y motivarme a seguir con mis objetivos en todo momento.

A Jhonatan por su ayuda y motivarme a seguir mis objetivos.

A mis amigos de toda la vida Jani, Ángel y Francesca por su apoyo y motivación.

A Cinthia por su ayuda en el trabajo de campo en el Biabo.

A Pier por su ayuda en el proceso de la tesis.

A Jessi e Ivan por sus enseñanzas en las salidas de campo.

Al proyecto AmazonFish por subvencionar la presente tesis.

A los profesores: Mauro Mariano, Liliana Tapia y Jerry Arana por sus observaciones y recomendaciones que permitieron terminar la redacción de la tesis.

¡MIL GRACIAS!

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Área de estudio.....	4
2.2 Antecedentes.....	5
III. OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
IV. MATERIALES Y METODOS.....	8
4.1 Materiales	8
4.1.1 Material de campo	8
4.1.2 Material biológico.....	8
4.1.3 Material de laboratorio	9
4.2 Metodología	9
4.2.1 Metodología de campo.....	9
4.2.2 Metodología de laboratorio	12
4.3 Análisis de datos.....	13
4.4 Índice de integridad biológica (IBI)	17
4.5 Principales especies de consumo.....	19
5. RESULTADOS	20
5.1 Descripción del hábitat acuático	20
5.2 Caracterización de la Ictiofauna.....	26
5.3 Índices de diversidad	37

5.4 Caracterización funcional de la ictiofauna	42
5.5 Estado de conservación de las estaciones evaluadas.	46
5.6 Principales especies de consumo	48
VI. DISCUSIÓN	50
VII. CONCLUSIONES	57
VIII.RECOMENDACIONES.....	58
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
X. ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo. Cuenca río Biabo.	10
Tabla 2. Criterios que definen los grupos funcionales de los peces.cuenca Biabo.....	17
Tabla 3. Categorías, medida y criterios usados en el Índice de Integridad Biológica ..	18
Tabla 4. Lista taxonómica de peces registrados en la cuenca rio Biabo. Donde, N (nativo), I (introducido), E (endémico) y M (migrador).	27
Tabla 5. Riqueza por órdenes, familias, géneros y especies de la ictiofauna en la cuencaBiabo	29
Tabla 6. Índices de diversidad (0D, 1D y 2D) para cada estación evaluada en la cuenca Biabo (Donde, N es abundancia)	38
Tabla 7. Especies de peces y sus abundancias por grupo funcional. CuencaBiabo ..	43
Tabla 8. Valores de las pruebas estadísticas de los grupos funcionales por sectores. CuencaBiabo	46
Tabla 9. Resultados del IBI para los ambientes acuáticos evaluados en la cuenca Biabo.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo. Cuenca río Biabo (zona de Amortiguamiento – PNCAZ)	11
Figura 2. Sector alto (Estación BIA-01)	20
Figura 3. Sector medio (BIA-04) ¡Error! Marcador no definido.	20
Figura 4. Sector bajo (BIA-18)	21
Figura 5. <i>Porcentaje de riqueza de peces por órdenes.cuenca Biabo</i>	29
Figura 6. Porcentaje de abundancia por órdenes.cuenca Biabo	30
Figura 7. Riqueza de las familias de la ictiofauna en la cuenca Biabo	31
Figura 8. Porcentaje de abundancia de las familias de la ictiofauna de la cuenca Biabo.	32
Figura 9. Riqueza y abundancia de la ictiofauna por estaciones de la cuenca Biabo Mediana (riqueza) = 8 especies (*: quebradas)	33
Figura 10. Porcentaje de riqueza por familias de la ictiofauna en cada estación de la cuenca Biabo.	34
Figura 11. Frecuencia de especies en las estaciones evaluadas. Cuenca Biabo	36
Figura 12. Porcentaje de abundancia de las especies. Cuenca Biabo.....	37
Figura 13. Diversidades 0D , 1D y 2D para cada estación de la cuenca Biabo..	39
Figura 14. Curva de acumulación de especies en la cuenca del Biabo.	40
Figura 15. Similaridad Bray-Curtis de las estaciones evaluadas en la cuenca Biabo.	41
Figura 16. Riqueza (%) de los grupos funcionales por sectores (nivel altitudinal). Cuenca Biabo.	44

Figura 17. Abundancia (%) de los grupos funcionales por sectores (nivel altitudinal). Cuenca Biabo.....	45
Figura 18. Especies de peces de consumo dentro del orden Characiformes.	¡Error! Marcador no definido. 48
Figura 19. Especie de consumo dentro del orden Gymnotiformes.....	49
Figura 20. Especies de consumo dentro del orden Siluriformes.....	49

RESUMEN

El Perú es uno de los países con gran diversidad de peces continentales, la cual principalmente reside en la Amazonia; sin embargo, la escasa información publicada sobre la ictiofauna en varias cuencas hidrográficas menores es una de las principales limitantes, por no permitir planeamientos de manejos de conservación en peces para enfrentar problemas actuales como el cambio climático y actividades antropogénicas que amenazan los hábitats acuáticos. Se realizó un estudio para conocer la diversidad ictiológica y estado de conservación del río Biabo, afluente del río Huallaga, localizado en el departamento de San Martín, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul (ZA-PNCAZ). Se evaluaron 22 estaciones en el curso del río Biabo y tributarios, donde se caracterizó el ambiente acuático y se efectuó la colecta de peces con redes de arrastre de orilla y de atarraya. El tipo de agua característico fue blanco (color marrón) y con amplitud del cauce entre 50 a 150 metros en las estaciones evaluadas en el curso del río, los tributarios presentaron tipo de agua mixta (aguas blancas y claras). Se colectaron 2846 individuos y se identificaron 53 especies, agrupadas en 37 géneros, 16 familias y seis órdenes (de las cuales dos especies eran migratorias, una endémica y una introducida). El orden Characiformes registró la mayor riqueza y abundancia (49.1% y 96.3%). Characidae y Loricariidae fueron las familias con mayor riqueza (35.5 % y 25.9 %). La especie con mayor frecuencia y abundancia fue *Knodus hypopterus* (63.6% y 17.9%). Las especies colectadas representan aproximadamente un 7% de las registradas en la amazonia peruana. Los valores de las medidas de diversidad real de orden 1 (números de Hill) variaron entre 1 y 6 número equivalente de especies. Se concluye que existe una riqueza moderada en el río, representada por dos grupos funcionales de peces: bentónicos de no torrente de poza, y el estado de conservación se encontró entre condición buena y regular.

Palabras claves: Amazonia Peruana, grupos funcionales, Parque Nacional Cordillera Azul.

ABSTRACT

Peru is one of the countries with great diversity of freshwater fish, which mainly resides in the Amazon; however, the limited information published on ichthyofauna in several minor river basins is one of the main limitations, as it does not allow conservation management plans in fish to face current problems such as climate change and anthropogenic activities that threaten aquatic habitats. A study was carried out to know the ichthyological diversity and conservation status of the Biabo river, tributary of the Huallaga river, located in the department of San Martín, within the buffer zone of the Cordillera Azul National Park (ZA-PNCAZ). Twenty-two stations in the course of the Biabo river and tributaries were evaluated, with the characterization of the aquatic environment and the collection of fish with trawling nets and shorelines. The characteristic type of water was white (brown) and with an amplitude of the channel between 50 and 150 meters in the stations evaluated in the course of the river, the tributaries presented mixed type of water (white and clear waters). 2846 individuals were collected and 53 species were identified, grouped into 37 genera, 16 families and six orders (of which two species were migratory, one endemic and one introduced). The Characiformes order registered the greatest wealth and abundance (49.1% and 96.3%). Characidae and Loricariidae were the families with the greatest wealth (35.5% and 25.9%). The species with greater frequency and abundance was *Knodus hypopterus* (63.6% and 17.9%). The species collected represent approximately 7% of those recorded in the Peruvian Amazon. The values of the measures of real diversity of order 1 (Hill numbers) varied between 1 and 6 equivalent number of species. It is concluded that there is a moderate wealth in the river, represented by two functional groups: non-torrent benthic fish and wellfish, and the conservation status was between good and regular condition.

Keywords: Peruvian Amazon, functional groups, Cordillera Azul National Park.

I. INTRODUCCIÓN

El río Biabo ubicado dentro de la región Amazónica (San Martín), forma parte del Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ), área protegida que abarca ecosistemas amazónicos muy importantes en cuatro departamentos: San Martín, Loreto, Ucayali y Huánuco.

Los ecosistemas Amazónicos, desde las cabeceras torrenciales en los Andes hasta las aguas turbias de los ríos en tierras bajas y llanuras de inundación, son el centro de diversidad y abundancia de peces continentales. Se han descrito más de 3000 especies de peces y docenas de nuevas especies son descritas cada año en estos ecosistemas (Van der Sleen y Albert, 2018); por ejemplo, dos especies nuevas de peces de la familia Loricariidae, *Hypostomus fonchii* (Weber y Montoya-Burgos, 2002) y *Panaque schaeferi* (Lujan, Hidalgo y Stewart, 2010) fueron descritos con localidad tipo en el PNCAZ.

Los peces amazónicos trazan su origen en el Cretácico tardío (120 – 50 millones de años), poco después de la separación de África y Sudamérica; mientras que la cuenca Amazónica ha logrado su configuración moderna a partir de procesos tectónicos y erosivos solo en los últimos 10 millones de años en asociación con el surgimiento de los Andes, siendo evidencia de que el levantamiento de los Andes no fue determinante en la diversificación de la ictiofauna, siendo esta ya diversa (Maldonado - Ocampo *et al*, 2005).

En términos de riqueza, abundancia total y biomasa de peces, la ictiofauna Amazónica está dominada por tres grupos mayores: Characiformes, Siluriformes y Cichliformes (Van der Sleen y Albert, 2018). La ictiofauna peruana registra 1064 especies, de las cuales más de 800 especies de peces se encuentran albergadas en la Amazonia, pero se estima que el número total en el Perú estaría alrededor de las 1300 especies (Ortega *et al*, 2012); siendo así, considerado uno de los países con mayor diversidad de peces continentales.

Su importancia para los hombres como una de las principales fuentes de proteína, lo hace el grupo más relevante; se estima aproximadamente que los peces de agua dulce proveen un 6% anual de la ingesta de proteína animal consumida para los humanos siendo especialmente importante para la seguridad alimentaria de las áreas rurales remotas (Tognelli *et al.* 2016).

Actualmente, el cambio climático y actividades antropogénicas tienen efecto negativo de gran alcance en la biodiversidad de peces (Galvis y Mojica, 2007).

La deforestación, principalmente por extracción de madera, afecta disminuyendo la oferta de alimento y de hábitats, ya que los peces dependen de los bosques para su alimentación y reproducción (Goulding, 1980; Ortega & Hidalgo, 2008); en el caso de la ganadería y agricultura, estas generan contaminación afectando la calidad del agua por el uso de pesticidas y agroquímicos que por escorrentía llegan al río; adicionalmente, por la captación de agua para riego ocasiona la reducción del caudal (Jiménez-Segura *et al.* 2016).

Otras actividades que afectan la ictiofauna son la sobrepesca y la introducción de especies exóticas que reducen poblaciones naturales (Brenner, 1994); las grandes represas para hidroeléctricas que modifican el régimen natural del río, cambian las condiciones de los hábitats aguas arriba y abajo de la represa, y generan pérdida de conectividad (Anderson *et al.*, 2018), así como el retenimiento de sedimentos y nutrientes en el reservorio (van der Sleen y Albert, 2018); la contaminación de los ríos por los vertimientos residuales sin tratamiento previo provenientes de las actividades mineras, industriales, domésticas o piscicultura intensiva (Mariano *et al.* 2010) alteran las condiciones normales del cuerpo de agua generando así cambios importantes en la proporción de sales (nitratos y fosfatos) y en el balance ácido-alcalino que generan procesos de oxidación-reducción que consumen oxígeno disuelto en el agua causando condiciones de anoxia (McClain *et al.* 2001; Jiménez-Segura *et al.* 2016); vale

mencionar los derrames de combustibles y los vertimientos de relaves mineros en los ríos que afectan la respiración de los peces y algunos compuestos de estos que no pueden ser degradados, se depositan en el tejido provocando bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación, con consecuencias en la salud de los peces y posteriormente de la población que los consume (Palacio, 2007; Tognelli *et al.* 2016).

A pesar de la documentación de las amenazas, no resulta fácil de precisar los efectos o desaparición de las especies de peces; primero, por la existencia de vacíos de información de la ictiofauna en varias cuencas hidrográficas; y segundo, porque las modificaciones que pueda ocurrir en el ecosistema acuático que afecten a los peces son imperceptibles a simple vista, por lo cual, se requiere de estudios intensos y complejos de la dinámica de dichos ecosistemas acuáticos (Mojica *et al.* 2012); y así, poder mitigar los efectos de las actividades humanas estableciendo estrategias de conservación eficaces. Por ello también, es importante, la existencia de áreas naturales protegidas que se encarguen de la protección de especies y de hábitats.

La presente investigación es una contribución al conocimiento de la ictiofauna del río Biabo, en el sector ubicado dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul (ZA-PNCAZ), el cual, permitirá conocer la diversidad de las especies de peces presentes, las características ambientales y el estado de conservación del área evaluada; además, esta contribución servirá como base para la elaboración de planes de conservación y manejo de la ictiofauna.

II. MARCO TEÓRICO

El diseño para la investigación se sustentó en las evaluaciones desarrolladas de los programas “*Rapid Biological Inventories*” (RBI) del *Field Museum* (1999-2018)

2.1 Área de estudio

El río Biabo, afluente de la margen derecha de la cuenca del Huallaga central, forma parte del sector central del Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ) y su Zona de Amortiguación (ZA), en los distritos Alto Biabo y Bajo Biabo, provincia de Bellavista, departamento de San Martín. Se ubica en la región Selva Alta y presenta un relieve accidentado formando cadenas de cerros de gran altitud.

Tiene sus nacientes en la vertiente oriental del relieve conocido con el nombre de “Cerros de Santa Cruz” a la altura de Uchiza. Posee un recorrido de aproximadamente 200 kilómetros, siguiendo una dirección sur a norte hasta desembocar al río Huallaga. En su curso medio, el valle es más amplio y el río comienza a divagar formando numerosos meandros, que son más continuos y pronunciados (Cérron *et al*, 1997).

La accesibilidad al río puede ser de forma terrestre desde la carretera Fernando Belaunde Terry (Marginal de la Selva) que recorre paralelo al río Huallaga, ingresando por trocha afirmada hasta al Centro Poblado José Olaya y navegable hasta el caserío Nuevo San Miguel; aguas arriba del caserío, la navegación es inaccesible por ser una zona más encañonada y con mayor pendiente, formándose rápidos que impiden el paso de las embarcaciones, sobre todo en el sector Vaquerillo - Raquina.

El valle del río Biabo está muy explotado en su curso inferior, producto de la actividad agrícola principalmente de arroz, plátano, papaya y cacao; y el establecimiento de actividad ganadera. Hay que mencionar también que antes de la creación del PNCAZ, existía la explotación forestal ilegal de árboles de Caoba. (INRENA, 2006).

El tipo de clima que presenta es "semiseco y cálido" con una temperatura máxima promedio de 34°C y temperatura mínima promedio de 20°C. (SENAMHI, 2018).

En la priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos realizado por la Autoridad Nacional del Agua, la cuenca Biabo se ubicó en la categoría de prioridad media (ANA, 2016). La priorización demuestra predominancia en el aspecto ambiental por la presencia de pasivos, residuos y vertimientos no autorizados que afectan la calidad del recurso hídrico; sobre todo en el sector bajo del río y también en el aspecto hidrológico por la falta de estudios hidrológicos e hidrogeológicos, la deficiente o inexistente red de estaciones pluviométricas e hidrométricas y la presencia de puntos críticos con riesgos de inundación (ANA, 2016).

Por último, se hace mención que se encuentra en estudios previos ambientales para el desarrollo de la construcción del proyecto "Central hidroeléctrica Alto Biavo"; en el sector medio del río Biabo (aguas arriba de Raquina y aguas abajo del límite del PNCAZ) (Vargas, 2019).

2.2 Antecedentes

No se han reportado estudios de las comunidades biológicas en el río Biabo, pero existe un estudio geológico de la cuenca (Cérion *et al.* 1997).

Sifuentes (1988) reporta la lista taxonómica de peces del sector central del río Huallaga, donde el estudio comprendió el área entre los distritos Shapaja y Yuracyacu. La lista de peces estuvo conformada por 56 especies agrupadas en 46 géneros, 16 familias y cinco órdenes.

En el año 2000, se realizó el Inventario Biológico Rápido (IBR) en la parte alta de los ríos Pisqui y Pauya, ubicadas en la parte nor-oriental del PNCAZ, departamento de Loreto. Este inventario se realizó antes del establecimiento del PNCAZ, cuya meta era obtener información biológica necesaria para facilitar y sostener esfuerzos de

conservación. Los resultados mostraron una alta biodiversidad y buen estado de conservación de los ambientes acuáticos. Se registraron 93 especies de peces de las cuales 22 constituyeron nuevos registros para Perú y 10 nuevas especies para la ciencia, principalmente se colectaron peces del orden Characiformes. En todos los lugares se registró especies poco conocidas - endémicas; y se reportó también lugares importantes de desove para muchos de los peces migratorios (Alverson, 2001).

Ortega *et al.* (2007) describen la ictiofauna y el estado de conservación de los ambientes acuáticos continentales en el Bajo Huallaga, entre Tarapoto y Yurimaguas, región nororiental del Perú. Reportaron 95 especies agrupadas en ocho órdenes y 23 familias. Empleó para determinar el estado de conservación de los ambientes acuáticos, el Índice de Integridad Biológica (IBI) basado en la estructura comunitaria de peces y 12 criterios para determinar el estado de conservación de los ambientes acuáticos.

Meza (2014) llevó a cabo una investigación sobre la ictiofauna y estado de conservación en la zona de amortiguamiento (ZA) sur-oeste del PNCAZ, en las vertientes menores de la cuenca del río Huallaga, entre las provincias de Aucayacu y Tocache (Huánuco-San Martín), registró 64 especies de peces, en la que destacan el orden Characiformes como lo más diversos y abundantes, y la especie *Knodus megalops*; para la determinación del estado de conservación de los cuerpos de aguas, propuso la modificación de los intervalos de puntaje con fines comparativos entre el IBI y protocolo de evaluación visual (SVAP).

Finalmente, Valenzuela (2018) describe la ictiofauna de la cuenca Huallaga (80% del curso principal), reportando 128 especies, donde el sector bajo del Huallaga presentó la mayor riqueza con 119 especies y el sector medio presentó 43 especies; donde los órdenes Characiformes y Siluriformes fueron dominantes en riqueza y abundancia.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Conocer la composición taxonómica de peces y estimar el estado de conservación del río Biabo y sus tributarios.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la estructura y distribución de la ictiofauna en el río Biabo y sus tributarios de la margen derecha en la zona de amortiguamiento.
- Determinar la diversidad de peces mediante índices comunitarios.
- Determinar la caracterización funcional de la ictiofauna.
- Determinar el uso real y potencial de las especies de peces evaluadas.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material de campo

Materiales para la ubicación de los puntos de evaluación, registro de datos de cada ambiente; y colecta, fijación y preservación de los peces.

- GPS (GARMIN)
- Pilas (AA y AAA)
- Fichas de campo (Anexo 1)
- Libreta de campo “rite in the rain”
- Lapiceros Artline, plumón indeleble, etc.
- Tijeras, pinzas
- Cinta adhesiva Duct tape.
- Cámara fotográfica (CANON).
- Redes de arrastre (5 x 1.5m y 10 x 2m, con malla menuda: 5mm)
- Baldes de plástico de 8L y 20L
- Bolsas Ziploc de 30 x 40cm y 27 x 28cm
- Formol (10%) y Alcohol (70%)
- Guantes quirúrgicos y mascarilla
- Gasa de algodón para empaque de muestras
- Papel vegetal para etiquetas y papel toalla

4.1.2 Material biológico

Conformado por 2846 ejemplares de peces recolectados en el río Biabo y sus afluentes de la margen derecha en diciembre 2017 depositadas en la colección de peces del Museo Historia Natural con códigos MUSM 61887 al 61890, MUSM 64017 al 64111 y MUSM 64397 al 64473.

4.1.3 Material de laboratorio

Materiales y sustancias químicas para la identificación y conservación del material colectado.

- Microscopio estereoscópico (LEICA)
- Lámpara
- Alcohol (70%)
- Calibrador digital (Mitutoyo serie 500)
- Bandejas plásticas
- Claves taxonómicas de peces continentales
- Descripciones taxonómicas originales
- Guantes quirúrgicos, pinzas y estiletes
- Frascos de polietileno

4.2 Metodología

4.2.1 Metodología de campo

4.2.1.1 Área de estudio

El área de estudio correspondió al río Biabo y sus afluentes de la margen derecha, área correspondiente a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, desde la casa del Guardaparque, aguas arriba del caserío Nuevo San Miguel, hasta el centro poblado José Gálvez (boca del río), distritos Alto Biabo y Bajo Biabo, provincia de Bellavista, departamento de San Martín.

En diciembre del 2017, se realizó el muestreo en 22 estaciones, elegidas por su accesibilidad y heterogeneidad de hábitats (para obtener así una muestra representativa), 16 de ellas ubicadas en el cauce del río Biabo y seis en los afluentes de la margen derecha del río (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo. Cuenca Biabo.

Estaciones	UTM 18M		Altitud	Ubicación
BIA-01	351589	9146039	701	río Biabo
BIA-02	350233	9148567	690	río Biabo
BIA-03	347903	9149832	628	río Biabo
BIA-04	342944	9148790	425	río Biabo
BIA-05	342799	9149322	417	río Biabo
BIA-06	342336	9152127	357	río Biabo
BIA-07	342870	9153077	372	quebrada Vaquerillo
BIA-08	342411	9154325	343	río Biabo
BIA-09	345415	9156646	331	río Biabo
BIA-10	344037	9157205	320	río Biabo
BIA-11	341172	9179327	270	río Biabo
BIA-12	341696	9179699	272	río Biabo
BIA-13	344648	9178729	298	quebrada Yuracyacu
BIA-14	342407	9185306	268	quebrada Pavo
BIA-15	341274	9195219	276	quebrada Tiayacu
BIA-16	341059	9195263	274	quebrada Tiayacu
BIA-17	337729	9195505	256	río Biabo
BIA-18	335285	9201579	249	río Biabo
BIA-19	332637	9207689	243	río Biabo
BIA-20	338263	9213058	236	río Ponasillo
BIA-21	341233	9218961	238	río Ponasillo
BIA-22	341513	9220598	232	río Biabo

Fuente: Elaboración propia

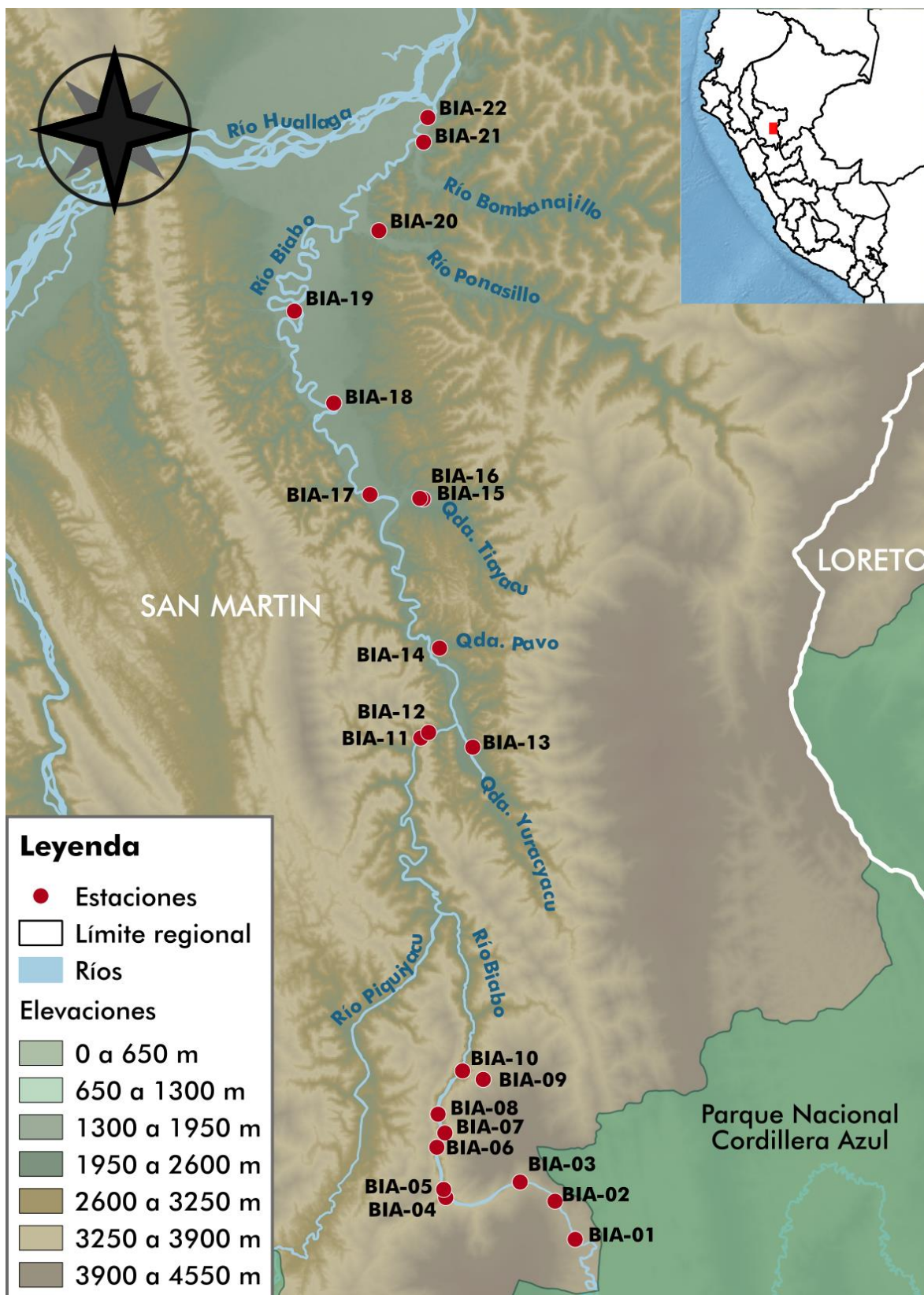


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo. Cuenca río Biabo (zona de Amortiguamiento – PNCAZ)

4.2.1.2 Descripción del ambiente

En cada estación de muestreo se realizó registro fotográfico (Anexo 2) y descripción física del ambiente observado registradas en la ficha de campo; la cual consistió en describir el tipo de sustrato, tipo de agua según Sioli (1984) en blanca, clara o negra, color aparente del agua, transparencia (cm), profundidad (cm), amplitud del cauce (m), velocidad de corriente (medido cualitativamente: torrentosa, rápido, moderado y lento), cobertura vegetal, tipo de orilla y micro hábitats presentes (Ortega, 1998).

4.2.1.3 Colecta de peces

En cada estación, los peces fueron capturados con redes de arrastre de orilla (5 x 1.5m y 10 x 2m, con tamaño de malla 5mm) y red atarraya, con un esfuerzo de pesca de 10 lances, luego fueron fijados con formol al 10%. Después de las 48 horas, los ejemplares fijados fueron enjuagados con agua para luego ponerlos en gasa de algodón comercial humedecida con alcohol al 70%, y por último, embalados en bolsas zyploc y rotulados con la información relevante de la estación (Ortega *et al*, 2014), para su fácil traslado al departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural UNMSM para ser identificados taxonómicamente.

4.2.2 Metodología de laboratorio

Identificación de los peces

En el laboratorio, los peces colectados en cada estación fueron desembalados y separados por morfotipos. Para la identificación taxonómica de los peces, se utilizaron estereoscopio y un calibrador digital, para tomar datos morfológicos, merísticos y morfométricos; y también la utilización de claves taxonómicas y bibliografía especializada: Ambruster (2003), Carvalho *et al* (2011), Ferreira (2007), Galvis *et al* (2006), Géry (1977), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005), Kullander (1986), entre otros. Los especímenes fueron colocados en envases herméticos con solución de alcohol al

70% para su preservación, asignándoles un código de ingreso en la colección científica de peces.

Finalmente, fueron depositados en la colección científicas de peces del Museo de Historia Natural UNMSM, la cual esta ordenada evolutivamente para órdenes y familias; y alfabéticamente entre géneros y especies según Reis *et al.* (2003), Ortega *et al.* (2012) y Fricke *et al.* (2019)

4.3 Análisis de datos

4.3.1 Composición de la Ictiofauna

Con los especímenes de peces identificados taxonómicamente se elaboró la lista taxonómica que comprende las categorías: orden, familia, género y especie. A partir de esta composición se determinó:

Riqueza (S), número de especies registradas en el área de estudio; y la abundancia (N), número de individuos por especie.

4.3.2 Índices de diversidad

a) Diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Moreno, 2001), los índices más empleados son los índices de abundancia proporcional, índice de Shannon (índice de equidad) y de Simpson (índice de dominancia); pero estos índices no son directamente compatibles, puesto que no comparten unidades entre sí, por lo que los valores no se pueden comparar directamente, para evitar este problema es convertir las medidas de entropía derivadas de los índices de diversidad (H) en medidas de diversidad real (D), esto significa convertirlos a una escala lineal de riqueza y comparar unos con otros, calculando el número equivalente de especies (Jost, 2006) o número de especies efectivas (Moreno

et al, 2011); es decir, el número de especies igualmente comunes (equiprobables) que compondrían una comunidad con la misma complejidad que la indicada por la medida original (Jost et al, 2012; Jost, 2006).

La diversidad real (D) depende del orden q (0, 1, 2), lo que se llamara «números de Hill»:

- **La diversidad de orden cero (q = 0: 0D)**, es la riqueza de especies y es indiferente a las diferencias en las abundancias relativas ${}^0D = S$, donde S = número de especies
- **La diversidad de orden uno (q = 1: 1D)**, da a todas las especies un peso igual a su abundancia relativa, se calcula transformando el índice de Shannon (logaritmo natural) (Hill, 1973) ${}^1D = e^{H'}$
- **La diversidad de orden dos (q = 2: 2D)**, se calcula transformando el índice de Simpson, considerando el número de especies dominantes en la comunidad y tomando más en cuenta las especies comunes (Hill, 1973) ${}^2D = 1/I.Simpson$

La diversidad real (números de Hill) se calcularon en el programa estadístico PRIMER 6 con PERMANOVA+ (Clarke & Gorley, 2006).

- Curvas de acumulación

Para comparar los valores de riqueza obtenidas del muestreo y establecer su representatividad, se estimará valores de riqueza calculados en el programa EstimateS versión 9.10 (Colwell, 2013); a partir de la curva de acumulación de especies de los datos de abundancia registrados. Se utilizaron métodos no paramétricos de riqueza específica (Chao 2, Jackknife, Bootstrap) y uno de estructura no paramétrico de especies en relación con su abundancia (Chao 1).

c) Análisis de Similitud

Se calculó el análisis de Similitud usando el índice de Similitud de Sorensen, también conocido como distancia Bray-Curtis (Stevens y Henry, 2009), que es el cociente de la suma de las abundancias menores de las especies capturadas en ambas localidades con la media aritmética del total de individuos en ambos sitios. Resultados igual a 1 muestra similitud completa e igual a 0 muestras estaciones disimilares y no tienen especies en común. El cálculo se realizó en el programa PRIMER 6 con PERMANOVA (Clarke Y Gorley, 2006).

Índice Bray-Curtis: $2 \cdot \min(a_n, b_n) / (a_n + b_n)$

4.3.3 Caracterización funcional

Los peces identificados taxonómicamente fueron clasificados en grupos funcionales basados en los siguientes criterios: forma del cuerpo, hábitat característico en el que viven, adaptaciones tanto morfológicas y/o comportamentales. Estos grupos funcionales de peces son: de torrente, bentónicos de no torrente, de poza (remanso), pelágicos y reofílicos (Tabla 2) (Maldonado-Ocampo *et al*, 2005; Jaramillo-Villa *et al*, 2010; Valenzuela, 2018). La información sobre el hábitat para cada una de las especies se realizó con observaciones en campo y bibliografía especializada (Froese & Pauly, 2018; Winemiller *et al*, 2008).

Se calculó los porcentajes de presencia de cada grupo funcional en el área de estudio y en cada sector designado por un intervalo de altitud.

Para corroborar diferencias de la composición de grupos funcionales entre sectores se realizó pruebas estadísticas:

Primero, se definió si los datos obtenidos de abundancia de los grupos funcionales siguieron una distribución normal, para ello se utilizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, que se utiliza idóneamente para muestras menores de 50 (Pedrosa *et al*, 2015).

Luego, como los datos mostraron no seguir una distribución normal, para definir las diferencias entre sectores, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. (Berlangu y Rubio, 2012)

El cálculo fue realizado en el programa IBM SPSS Statistics 25.

Tabla 2. Criterios que definen los grupos funcionales de los peces. Cuenca Biabo.

GRUPO FUNCIONAL	FORMA DEL CUERPO	TAMAÑO DEL CUERPO	HÁBITAT	ADAPTACIONES MORFOLÓGICAS Y /O COMPORTAMENTALES
REOFÍLICOS	Fusiforme o deprimido con forma hidrodinámica	Mediano a grande	aguas de corrientes rápidas y pozas	Realiza migraciones medianas y largas.
TORRENTE	Deprimido	Pequeño a mediano	Rápidos y agua de torrente	Boca ventosa para adherirse a las rocas y nadar río arriba en corrientes rápidas. Odontodes u otros apéndices que les permite sujetarse al sustrato.
BENTÓNICOS NO TORRENTOSOS	Deprimido	Mediano a grande	Lecho del río	Boca ventosa, barbillas desarrolladas. Algunas especies tienen diferente tipo de migraciones.
PELÁGICOS	Fusiforme con forma hidrodinámica	Amplio rango de tamaño	Columna de agua de corrientes rápidas	No realizan migraciones.
POZAS	Comprimido	Pequeño a mediano	Remansos, pozas	vejiga natatoria bien desarrollada Viven en bancos de arena.

Fuente: Maldonado-Ocampo, 2005; Valenzuela, 2018.

4.4 Índice de integridad biológica (IBI)

El IBI es utilizado para conocer el grado de conservación de los ambientes acuáticos, se halla a partir de datos de riqueza de peces. Este índice creado en 1981 y perfeccionada en 1991 por Karr para zonas templadas, obtuvo buenos resultados en varios hábitats de otros países, Ortega *et. al* (2007), posteriormente adaptaron el IBI para ecosistemas tropicales del Perú (Meza, 2014). Este índice adaptado requiere de

datos de tres categorías (riqueza de peces, su composición trófica y, abundancia y condición física de los peces); y 12 criterios (Tabla 3). Con los datos registrados en la composición de peces por estación de muestreo de este estudio, se analizó la participación de cada especie, para así poder clasificarlo de acuerdo con los componentes de cada criterio. Se le dio un puntaje por cada criterio, siendo de uno (1) el valor mínimo de la medida del criterio, tres (3) valor intermedio y cinco (5) para un valor máximo (Tabla 3); luego se sumó el puntaje de los 12 criterios, para así obtener el puntaje por estación. Para la clasificación del puntaje, se siguió los intervalos de puntuación propuestos por Meza (2014), quien trabajó en un sector del río Huallaga. Donde el puntaje va desde 12 a 60. Así, la clasificación fue: pobre (12 - 24 puntos), regular (25 - 36), bueno (37 - 48) y excelente (49 - 60).

Tabla 3. Categorías, medida y criterios usados en el Índice de Integridad Biológica

CATEGORÍA	MEDIDA	CRITERIO	E1	E2	E3
RIQUEZA DE ESPECIES	1	Riqueza (S)	1	3	5
	2	Characiformes	1	3	5
	3	Siluriformes	1	3	5
	4	Gymnotiformes	1	3	5
	5	No Ostariophysi	1	3	5
	6	Tolerantes	1	3	5
COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LAS ESPECIES	7	Omnívoros	1	3	5
	8	Detritívoros	1	3	5
	9	Carnívoros	1	3	5
ABUNDANCIA Y CONDICIÓN FÍSICA DE LOS PECES.	10	Abundancia (N)	1	3	5
	11	Saludables	1	3	5
	12	No lesionados	1	3	5
TOTALES			12	36	60

Fuente: Ortega *et al.*, 2007

4.5 Principales especies de consumo.

Los peces cumplen un papel importante en la vida del hombre Amazónico, principalmente en las áreas rurales, como una de las fuentes principales de proteína animal (García *et al*, 2018). De la lista taxonómica de las especies registradas del río Biabo y sus afluentes evaluados, se obtuvo la lista de especies de peces de consumo de los centros poblados y comunidades albergadas a los alrededores del río, las cuales fueron determinadas como peces de consumo por las entrevistas realizadas con los pobladores que apoyaron en el trabajo de pesca.

5. RESULTADOS

En el anexo 3, se presenta los datos de caracterización de los ambientes acuáticos evaluados.

5.1 Descripción del hábitat acuático

El tipo de agua en todas las estaciones fue blanco (color marrón), con transparencia entre 0.05 a 0.10 m. La amplitud del cauce vario entre 50 a 150 metros. La mayor profundidad de muestreo fue 1.5 metros, presentados en los puntos de muestreo del río Biabo y la menor profundidad fue 0.3 metros presentado en uno de los tributarios.

Se observó a lo largo del cauce del río evaluado, sectores con diferentes características ambientales como tipo de sustrato, micro hábitats y velocidad de corriente; por lo cual, se designó tres sectores tomando en cuenta intervalos de altitud. El sector alto (501m – 701m) con velocidad de corriente lenta y sustrato areno-arcilloso, en el sector medio (301m – 500m) velocidad torrentosa y rápida, y sustrato areno-pedregoso; y en el sector bajo (200m – 300m) predominancia de una velocidad de corriente moderada con sustrato areno-fangoso.

La vegetación ribereña en la mayoría de las zonas fue de bosque secundario (que incluyen zonas comunales o zonas de cultivo) sobre primario (Sector alto).



Figura 2. Sector alto (Estación BIA-01)



Figura 3. Sector medio (Estación BIA-04)



Figura 3. Sector bajo (Estación BIA-18)

A continuación, se describen las características de cada uno de los puntos de muestreo:

BIA-01 y BIA-02 (río Biabo)

Estaciones ubicadas cerca a la casa del Guardaparque con altitudes de 690 y 701 msnm. Las estaciones presentaron tipo de agua blanca (color marrón) con transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 150 centímetros y amplitud del cauce de 50 metros. La velocidad de corriente fue lenta. El sustrato conformado por 70 % de arena, arcilla 20% y vegetación enraizada sumergida 10%. La vegetación ribereña conformada principalmente de bosque primario. Ambientes de tipo inundable con micro hábitats de corridas, banco areno-arcillosos y vegetación sumergida y enraizada.

BIA-03 (río Biabo)

Estación que se encuentra a una altitud de 628 metros, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 120 centímetros y amplitud del cauce de 50 metros. La velocidad de corriente fue torrentosa. El sustrato conformado principalmente por 65 % de piedra, canto rodado 15%, roca madre 9%, arena 5%, grava 5% y troncos sumergidos 1%. La

vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de bosque primario. Ambiente tipo colinosa con micro hábitats de cascada y rápidos.

BIA-04, BIA-05 y BIA-06 (río Biabo)

Estaciones que se encuentran a una altitud entre 357 a 425 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad y amplitud del cauce fueron 120 centímetros y 50 metros, respectivamente en BI-04 y BI-06; y en BI-05, una amplitud de 90 m. La velocidad de corriente fue torrentosa y fuerte. El sustrato estuvo compuesto principalmente por piedra (70% BI-04, 05 y 49% BI-06), canto rodado (15% BI-04, 10% BI-05 y 20% BI-06), arena (10% BI-04, 7% BI-05 y 20% BI-06), arcilla (3% BI-04, 2% BI-05 y 4% BI-06), grava (2%, BIA-05 y BIA-06), troncos sumergidos (2% BIA-04 y 3% BIA-06) y vegetación enraizada (9% BIA-05 y 1% BIA-06). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de bosque primario. Ambiente tipo colinosa con micro hábitats de rápidos y remanso.

BIA- 07 (quebrada Vaquerillo)

Hábitat ubicado a una altitud de 372 msnm, presenta tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad y amplitud del cauce fueron 140 centímetros y 20 metros, respectivamente. La velocidad de corriente iba de moderada a muy fuerte. El sustrato conformado principalmente por piedra (25%), canto rodado (20%), arena (15%), grava (15%), roca madre (15%) y arcilla (10%). La vegetación estuvo conformada principalmente de bosque primario. Ambiente encajonado con microhábitats de cascada, remanso, pozas y bancos areno-arcilloso y pedregoso.

BIA-08 (río Biabo)

Estación que se encuentra a una altitud de 343 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de 10 centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 120 centímetros y amplitud del cauce de 90 metros. La velocidad de

corriente fue fuerte. El sustrato compuesto principalmente por arena (40%), piedra (23%), canto rodado (10%), arcilla (10%), troncos sumergidos (8%), roca madre (5%), grava (2%) y vegetación enraizada (2%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de bosque primario. Ambiente tipo colinosa con micro hábitats de remanso, troncos sumergidos y bancos areno-arcillosos.

BIA-09 y BIA-10 (río Biabo)

Estaciones que se encuentra a una altitud de 331 y 320 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de 10 centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 120 centímetros y amplitud del cauce de 90 y 140 metros, respectivamente. La velocidad de corriente fue fuerte/moderada. El sustrato compuesto principalmente por arena (50% y 60%), arcilla (15% y 10%), piedras (15% BIA-09), vegetación enraizada (20% BIA -10), canto rodado (10% BIA-09) y troncos sumergidos (10% BIA-09). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los microhábitats que presentó fueron remanso, poza, troncos sumergidos y playa arenosa. Ambiente asociado con chacra comunal.

BIA-11 y BIA-12 (río Biabo)

Estaciones que se encuentra a una altitud de 270 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 120 y 80 centímetros; la amplitud del cauce fue 80 y 70 metros, respectivamente. La velocidad de corriente fue moderada. El sustrato estuvo compuesto principalmente por arena (80% y 58%), vegetación enraizada (8% y 7%), troncos sumergidos (2% y 5%), en BIA-11 presencia de canto rodado (10%) y en BIA-12 presencia de limo/fango (30%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los microhábitats presentes fueron corridas, troncos sumergidos, vegetación sumergida y enraizada.

BIA- 13 (quebrada Yuracyacu)

Estación que se encuentra a una altitud de 298 msnm, con tipo de agua mixta (color marrón / verde) y transparencia de 25 centímetros. Con una mayor profundidad de muestreo de 20 centímetros y amplitud del cauce de ocho metros. La velocidad de corriente fue lenta. El sustrato estuvo conformado principalmente por canto rodado (40%), piedra (30%) y arena (30%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los micro hábitats presentes fueron rápidos, corridas y bancos pedregosos.

BIA- 14 (quebrada Pavo)

Estación ubicada a una altitud de 268 msnm, con tipo de agua mixta (color marrón / verde) y transparencia de 20 centímetros. Con una mayor profundidad de muestreo de 40 centímetros y amplitud del cauce de nueve metros. La velocidad de corriente fue lenta. El sustrato compuesto principalmente por sustrato fino: arena (90%) y grava (10%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los micro hábitats presentes fueron rápidos, corridas y bancos arenosos.

BIA- 15 y BIA-16 (quebrada Tiayacu)

Ubicadas a 276 m de altitud, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de 15 centímetros. Con una mayor profundidad de muestreo de 40 centímetros y amplitud del cauce de nueve metros. La velocidad de corriente fue lenta. El sustrato característico fue fino compuesto principalmente por arena (70%) y grava (20%), seguido por canto rodado (5%), vegetación enraizada (3%) y troncos sumergidos (2%). La vegetación ribereña conformada principalmente de vegetación secundaria. Los micro hábitats presentes fueron corridas y bancos arenosos.

BIA- 17 (río Biabo)

Estación que se encuentra a una altitud de 256 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 60 centímetros y amplitud del cauce de 120 metros. La velocidad de corriente fue fuerte/moderada. El sustrato estuvo compuesto principalmente por grava (68%), arena (20%), vegetación enraizada sumergida (10%) y canto rodado (2%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los micro hábitats presentes fueron rápidos y vegetación sumergida/enraizada.

BIA- 18, BIA-19 y BIA-22 (río Biabo)

Estaciones que se encuentra a una altitud de 249, 243 y 232 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fueron 65, 80 y 130 centímetros; la amplitud del cauce fue 90, 100 y 150 metros, respectivamente. La velocidad de corriente fue moderada. El sustrato estuvo compuesto principalmente por limo (60%, 60% y 65%), fango (22%, 18% y 25%) y vegetación enraizada sumergida (15%, 10% y 10%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los microhábitats predominantes fueron corrida, bancos limo-fangosos, troncos y vegetación sumergidos/enraizada.

BIA- 20 (río Ponasillo)

Estación que se encuentra a una altitud de 236 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 70 centímetros y amplitud del cauce de 12 metros. La velocidad de corriente fue fuerte/moderada. El sustrato estuvo compuesto principalmente por limo 45%, fango 15%, arena 35% y vegetación enraizada sumergida 5%. La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los micro hábitats presentes fueron rápidos, corridas y bancos areno-fangosos.

BIA- 21 (río Bombanajillo)

Estación que se encuentra a una altitud de 238 msnm, con tipo de agua blanca (color marrón) y transparencia de cinco centímetros. Los valores de mayor profundidad de muestreo fue 70 centímetros y amplitud del cauce de 10 metros. La velocidad de corriente fue lenta. El sustrato compuesto principalmente por limo (50%), fango (30%), arena (8%), vegetación enraizada sumergida (8%) y troncos sumergidos (4%). La vegetación ribereña estuvo conformada principalmente de vegetación secundaria. Los microhábitats presentes fueron corridas, bancos limno-fangoso y vegetación sumergida.

5.2 Caracterización de la Ictiofauna

5.2.1 Composición y estructura de las comunidades

La ictiofauna identificada se encuentra representada por 53 especies, agrupadas en 36 géneros, 16 familias y seis (06) órdenes (Anexo 4). Del total de especies registradas en el río Biabo, una (01) especie presentó carácter endémico (*Bujurquina huallagae*), dos (02) especies con carácter migratorio de grandes distancias (*Zungaro zungaro* y *Prochilodus nigricans*) y una (01) especie introducida (*Poecilia reticulata*) (Tabla 4).

Tabla 4. Lista taxonómica de peces registrados en la cuenca Biabo. Donde, N (nativo), I (introducido), E (endémico) y M (migrador)

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CARÁCTER
CHARACIFORMES	Characidae	Acestrocephalus	<i>Acestrocephalus boehlkei</i>	N
		Astyanax	<i>Astyanax bimaculatus</i>	N
			<i>Astyanax maximus</i>	N
		Bryconamericus	<i>Bryconamericus sp</i>	N
		Creagrutus	<i>Creagrutus barrigai</i>	N
			<i>Creagrutus flavescens</i>	N
		Ctenobrycon	<i>Ctenobrycon sp</i>	N
		Knodus	<i>Knodus hypopterus</i>	N
			<i>Knodus megalops</i>	N
			<i>Knodus savannensis</i>	N
			<i>Knodus aff. smithi</i>	N
		Odontostilbe	<i>Odontostilbe sp.</i>	N
			<i>Odontostilbe fugitiva</i>	N
		Paragoniates	<i>Paragoniates alburnus</i>	N
		Prodontocharax	<i>Prodontocharax alleni</i>	N
			<i>Prodontocharax melanotus</i>	N
	Crenuchidae	Characidium	<i>Characidium sp 1</i>	N
			<i>Characidium sp 2</i>	N
			<i>Characidium sp 3</i>	N
		Microcharacidium	<i>Microcharacidium sp</i>	N
	Triportheidae	Clupeacharax	<i>Clupeacharax anchoveoides</i>	N
GYMNOTIFORMES	Apteronotidae	Sternarchorhynchus	<i>Sternarchorhynchus sp</i>	N
	Sternopygidae	Sternopygus	<i>Sternopygus macrurus</i>	N
SILURIFORMES	Aspredinidae	Bunocephalus	<i>Bunocephalus aleuopsis</i>	N
	Heptateridae	Pimelodella	<i>Pimelodella gracilis</i>	N
	Pimelodidae	Megalonema	<i>Megalonema platycephalum</i>	N
		Pimelodus	<i>Pimelodus ornatus</i>	N
		Zungaro	<i>Zungaro zungaro</i>	N, M
	Trichomycteridae	Henonemus	<i>Henonemus punctatus</i>	N
		Vandellia	<i>Vandellia cirrhosa</i>	N
	Loricariidae	Ancistrus	<i>Ancistrus sp</i>	N
		Aphanotorulus	<i>Aphanotorulus unicolor</i>	N
		Chaetostoma	<i>Chaetostoma sp</i>	N
			<i>Chaetostoma aff. lineopunctatum</i>	N

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	Carácter
SILURIFORMES	Loricariidae	Farlowella	<i>Farlowella nattereri</i>	N
			<i>Farlowella smithi</i>	N
		Hypostomus	<i>Hypostomus sp</i>	N
			<i>Hypostomus sp1</i>	N
			<i>Hypostomus aff. emarginatus</i>	N
		Lasiancistrus	<i>Lasiancistrus schomburgkii</i>	N
		Loricaria	<i>Loricaria sp</i>	N
			<i>Loricaria cataphracta</i>	N
		Sturisoma	<i>Sturisoma rostratum</i>	N
			<i>Sturisoma sp</i>	N
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	Poecilia	<i>Poecilia reticulata</i>	I
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	Synbranchus	<i>Synbranchus sp.</i>	N
CICHLIFORMES	Cichlidae	Bujurquina	<i>Bujurquina huallagae</i>	E
		Crenicichla	<i>Crenicichla sedentaria</i>	N

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Riqueza y abundancia

El orden Characiformes registró el mayor número de riqueza con 26 especies (49.1 %), el orden Siluriformes con 21 especies (39.6 %) y dos especies el orden Gymnotiformes (3.8 %), los que en conjunto conforman el súper Orden Ostariophysi que representa 92.5% del total, registrando 13 familias y 33 géneros, y los No Ostariophysi (Cichliformes, Cyprinodontiformes y Synbranchiformes) representado con cuatro especies (7.5 %), registró tres familias y cuatro géneros. (Tabla 5 y Figura 5)

Tabla 5. Riqueza por órdenes, familias, géneros y especies de peces en la cuenca Biabo

SUPER ORDEN	ORDEN	N° FAMILIAS	N° GENEROS	N° ESPECIES
OSTARIOPHYSI	Characiformes	6	15	26
	Gymnotiformes	2	2	2
	Siluriformes	5	15	21
NO OSTARIOPHYSI	Cyprinodontiformes	1	1	1
	Cichliformes	1	2	2
	Synbranchiformes	1	1	1
TOTAL	6	16	35	53

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la abundancia, se colectaron 2846 ejemplares, donde el superorden Ostariophysi representó el 99.6 %, dentro del cual el más dominante fue el orden Characiformes con 2739 ejemplares (96.24%). (Figura 6)

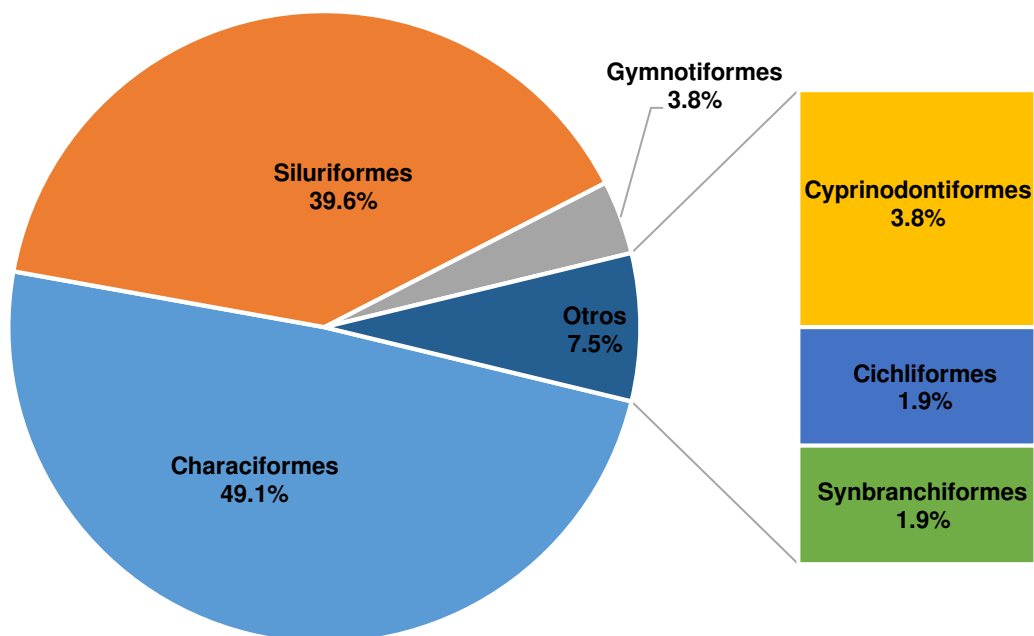


Figura 4. Porcentaje de riqueza de peces por órdenes en la cuenca Biabo

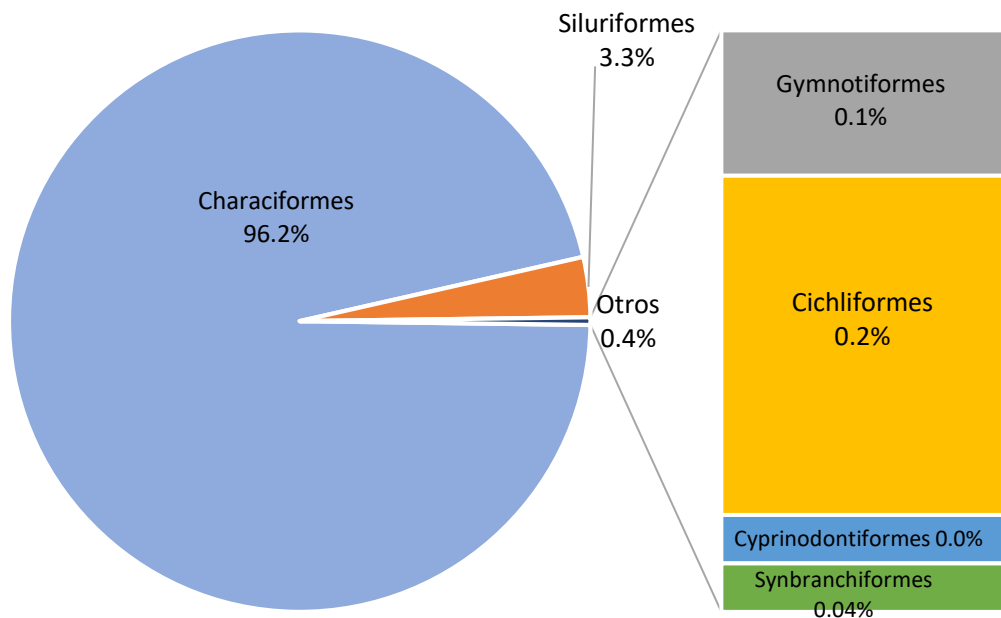


Figura 5. Porcentaje de abundancia por órdenes en la cuenca Biabo

Familias

De las 16 familias, Characidae representó la mayor riqueza con 16 especies (30.2 %) seguidos por Loricariidae con 14 especies (26.4 %), Crenuchidae con cuatro (04) especies (7.6 %) y Pimelodidae con tres (03) especies (5.7 %). Las familias restantes representan la menor riqueza, siendo dos (02) especies registradas (15.1 %) en cuatro estaciones y una especie (01) registrada (15.1 %) en ocho estaciones. (Figura 7).

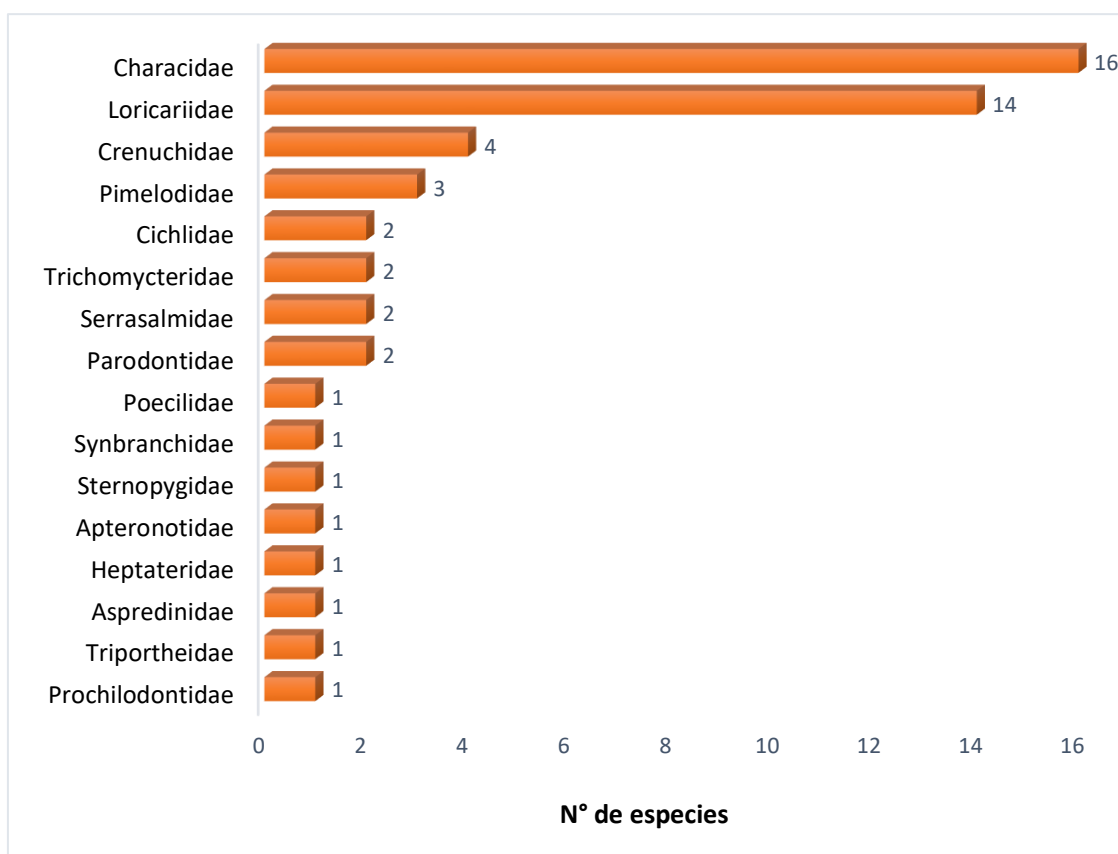


Figura 6. Riqueza de las familias de la ictiofauna en la cuenca Biabo

Respecto a la abundancia, Characidae fue el mas dominante con un 94.6 % (2691 individuos) representando casi la totalidad de los individuos colectados. (Figura 8); dentro del cual los generos Knodus y Creagrutus fueron los mas representativos (1428 y 922 individuos, respectivamente). La familia Loricariidae representó con un 2.6% de la abundancia total y las demas familias representaron menos del 1% de la abundancia.

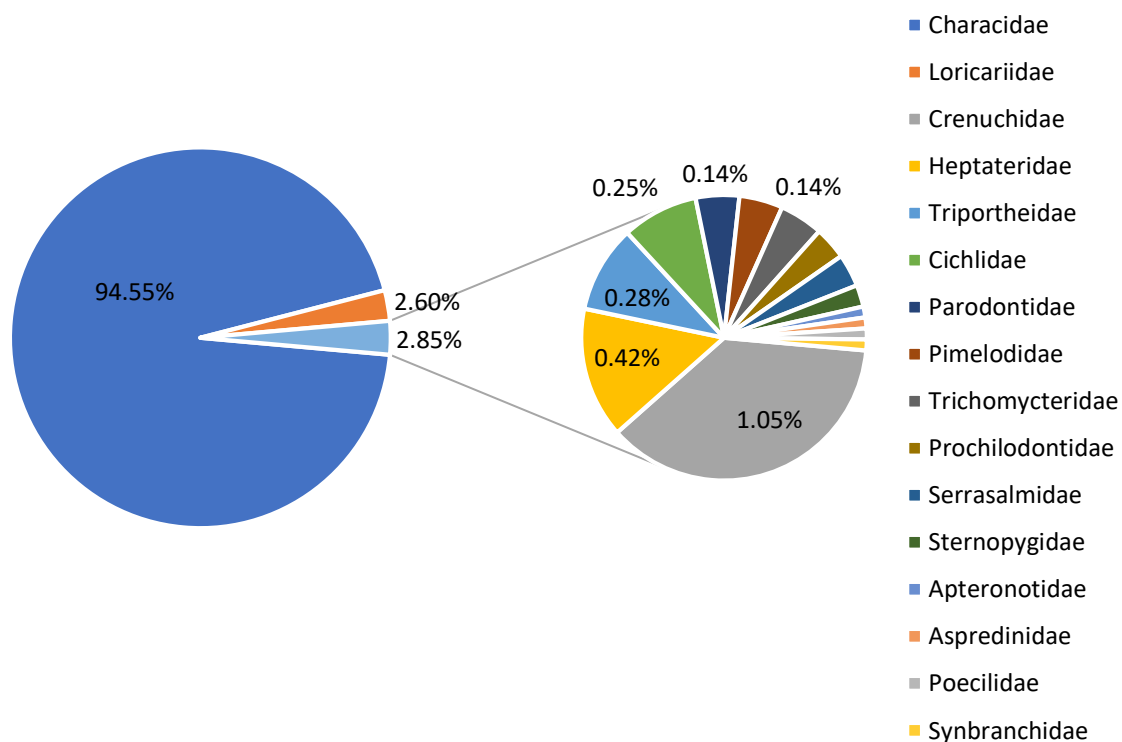


Figura 7. Porcentaje de abundancia de las familias de peces. Cuenca Biabo.

5.2.2.1 Riqueza y abundancia por estaciones

La estación BIA-19 (C. P La Unión) presentó la mayor riqueza con 19 especies (35.8 % del total), seguida por la estación BIA-21 (afluente río Bombanajillo) con 14 especies (25.9%). Las estaciones con menor riqueza fueron BIA-01, BIA-03 (Casa del Guardaparque) con tres (03) especies (5.6 %) y BIA-22 (bajo Biabo - C.P José Gálvez) con cuatro (04) especies (7.4 %). El resto de las estaciones registraron una riqueza entre 5 y 11 especies.

En Abundancia fueron cuatro estaciones (18.2% del total de estaciones) las que presentaron mayor abundancia, la estación BIA-19 presentó el mayor valor con 626 individuos (22.0 % del total de abundancia) seguido por la estación BIA-01 con 445

individuos (15.7 %), BIA-02 con 360 (12 %) y BIA-12 con 240 (8.4 %) individuos. Cabe resaltar que en BIA-19, la dominancia estuvo representada por la especie *Knodus hypopterus* (543 individuos) y en BIA-01, la dominancia fue de la especie *Creagrutus flavescens* (440 individuos). Las seis estaciones que presentaron menor abundancia fueron BIA-03, BIA-04, BIA-10, BIA-05, BIA-09, y BIA-22 con 8 (0.3 %), 9 (0.3 %), 17 (0.6%), 20 (0.7 %), 26 (0.9 %) y 29 (1.0 %) individuos, respectivamente. Del resto de las estaciones, cuatro estaciones presentaron una abundancia entre 40 a 71 individuos; y siete estaciones entre 72 a 167 individuos (Figura 9)

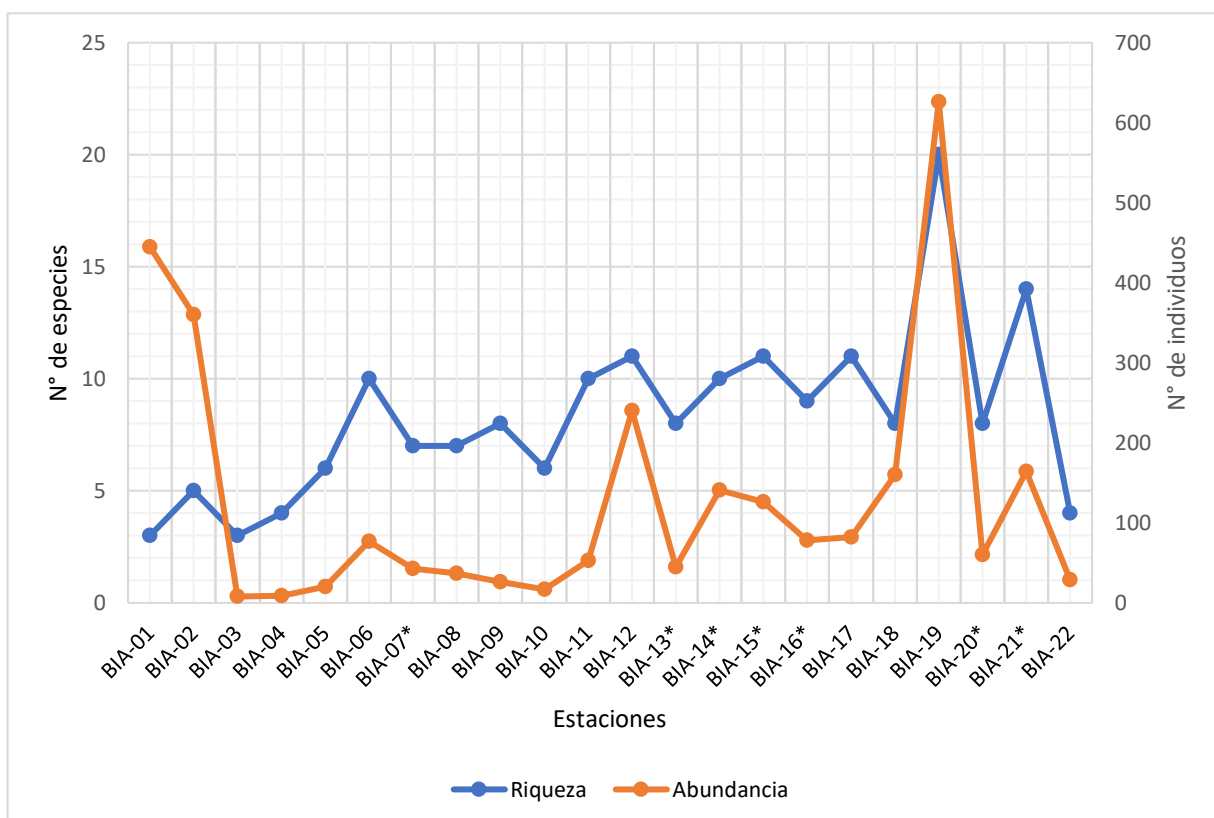


Figura 8. Riqueza y abundancia de peces por estaciones. Cuenca Biabo
Mediana (riqueza) = 8 especies (*: quebradas)

Familias

La familia Characidae fue registrada en todas las estaciones, representando mayor porcentaje de riqueza que las demás familias identificadas. El segundo mayor porcentaje de riqueza en cada estación fue presentado por la familia Loricariidae y se registraron en 17 estaciones (Figura 10).

La estación con mayor registro de familias fue BIA-19 con nueve (09) familias de las 16 identificadas (56.3%). Las estaciones con menor registro de familia fue BIA-01 y BIA-22 donde todas las especies identificadas pertenecieron a la familia Characidae.

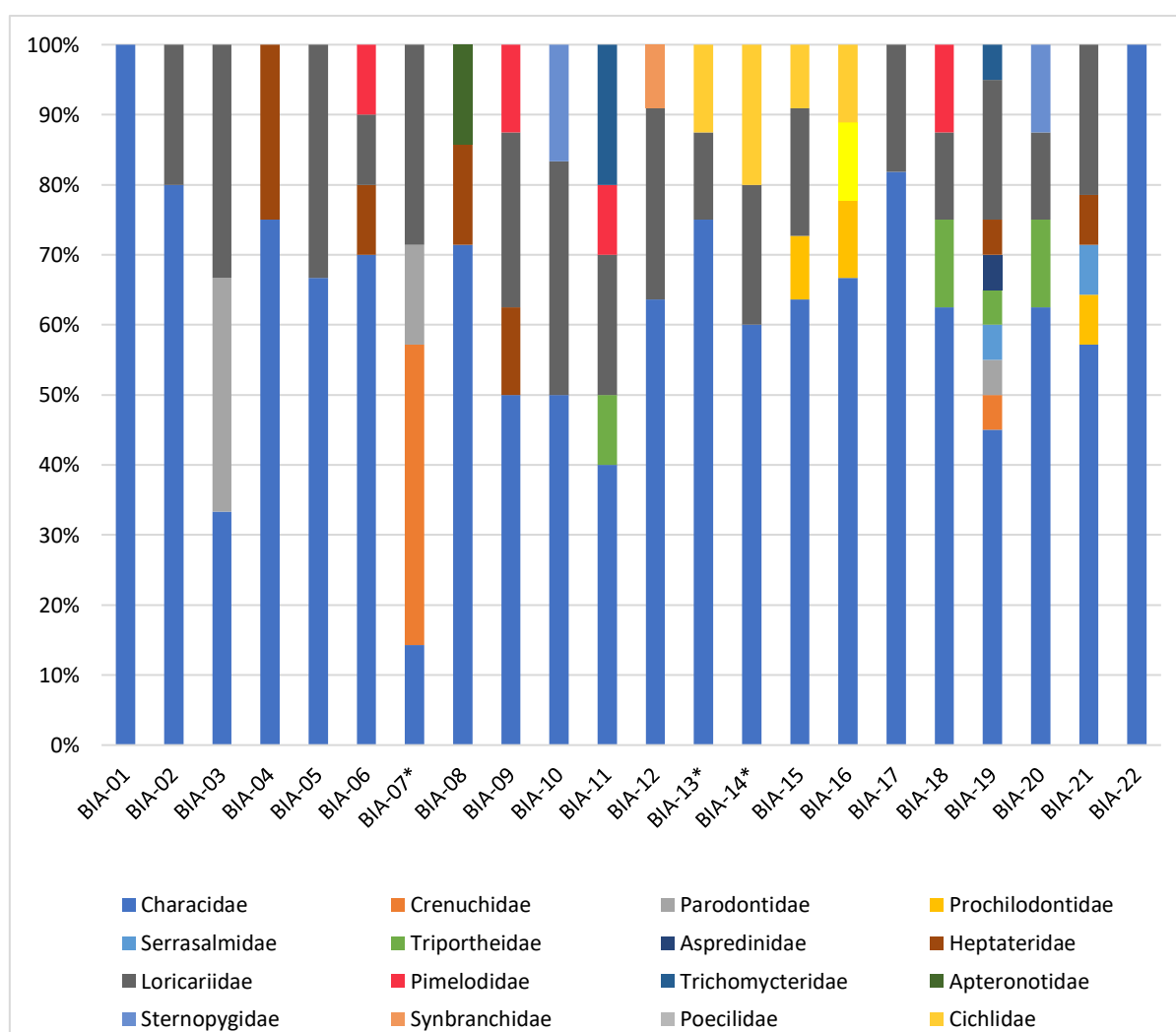


Figura 9. Porcentaje de riqueza por familias de la ictiofauna en cada estación de la cuenca Biabo.

5.2.2.2 Frecuencia y abundancia de especies

En el orden Characiformes, la mayoría de las estaciones registraron las especies *Knodus hypopterus* (14 estaciones - 63.6%), *Knodus orteguasae* (12 estaciones - 54.5 %) y *Astyanax maximus*, *Knodus megalops*, *Odontostilbe sp.* (11 estaciones – 50.0 %). Entre los Siluriformes, las especies frecuentes fueron *Pimelodella gracilis* y *Chaetostoma aff. lineopunctatum* presentes en seis (06) estaciones (27.3%). Dentro de Cichliformes, *Bujurquina huallagae* estuvo presente en cuatro (04) estaciones (18.2 %). (Figura 11).

La mayoría de las especies presentaron una abundancia menor del 1.5% del total (88 % de las 54 especies). Las especies más abundantes estuvieron representadas por el orden Characiformes, siendo *Knodus hypopterus* con 1023 individuos (35.9%), *Creagrutus flavescens* con 710 (24.9%), *Knodus orteguasae* con 227 (8.0 %), *Creagrutus barrigai* con 212 (7.4 %), *Odontostilbe sp.* con 180 (6.3 %) y *Knodus megalops* con 148 individuos (5.2 %). (Figura 12).

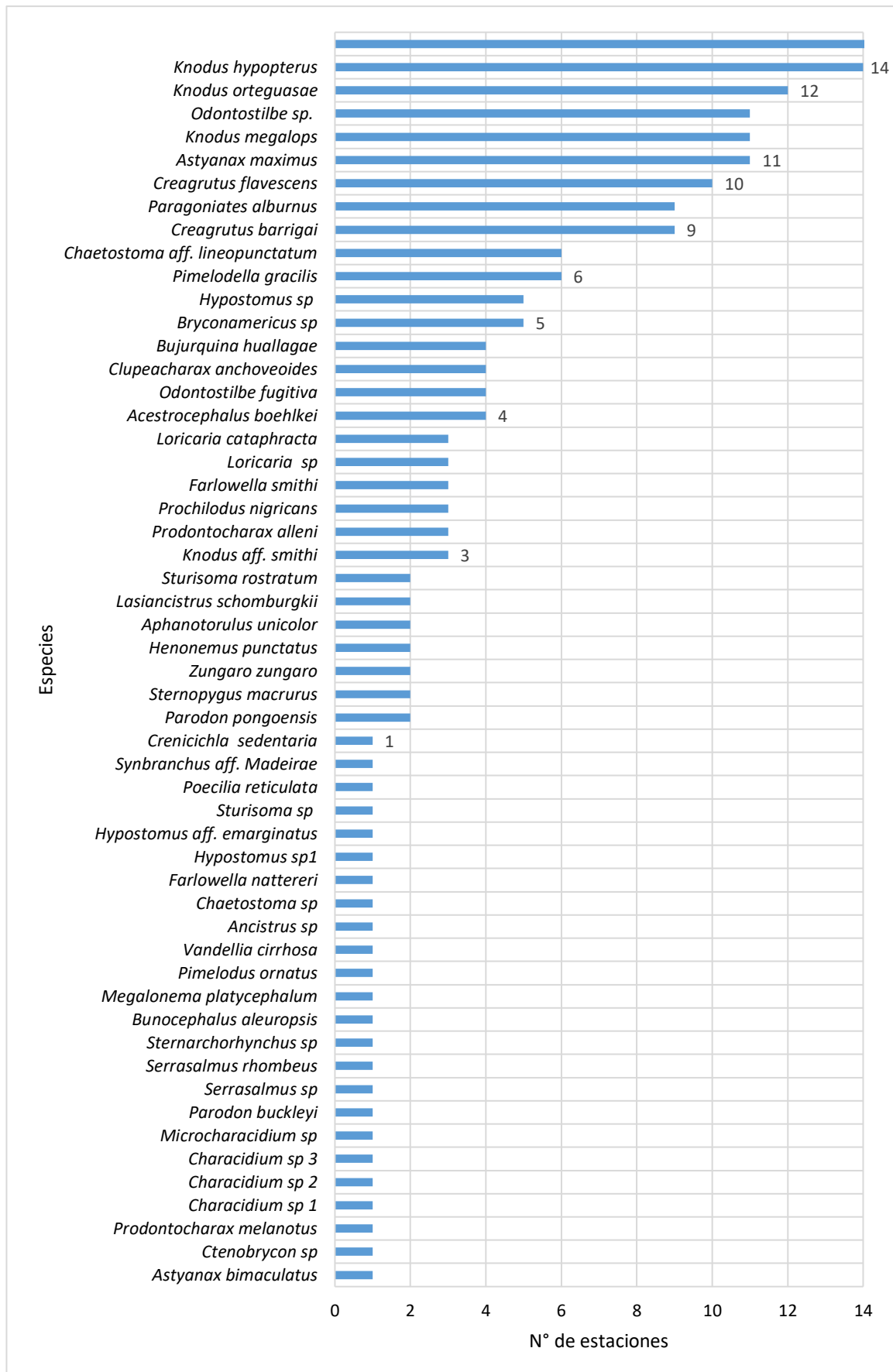


Figura 10. Frecuencia de especies en las estaciones evaluadas. Cuenca Biabo

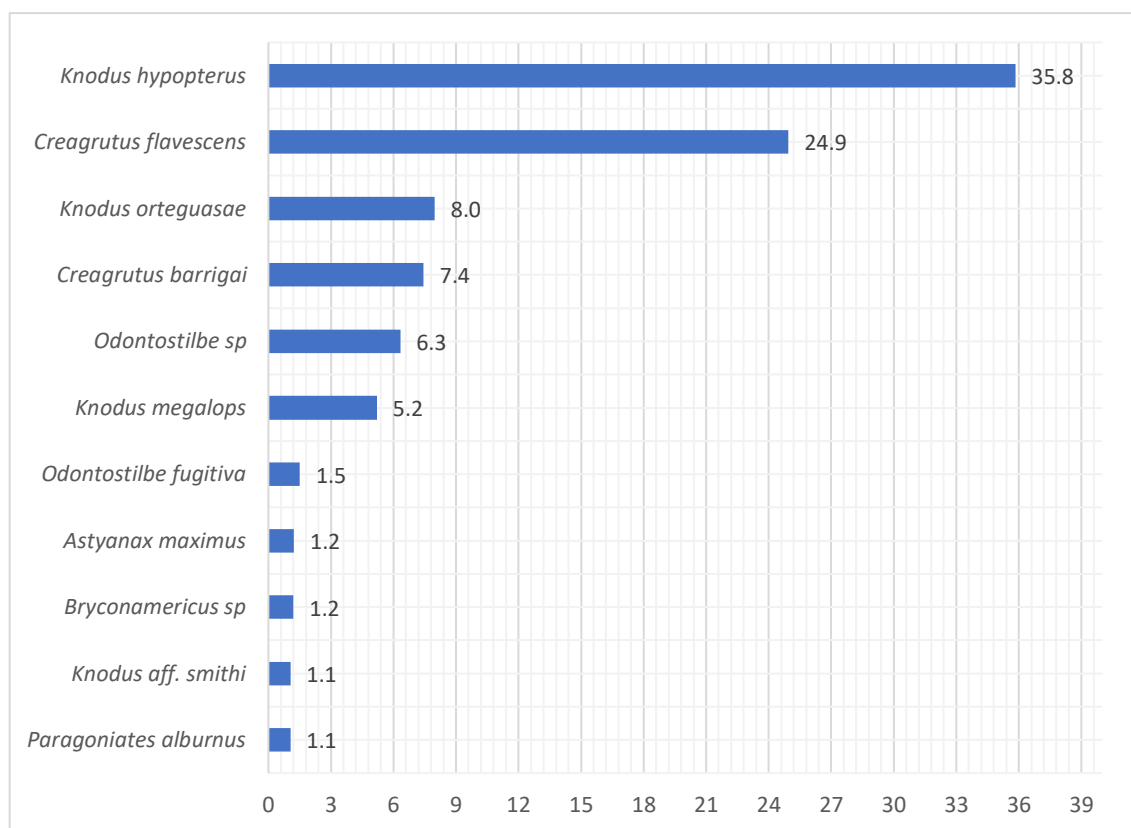


Figura 11. Porcentaje de abundancia de las especies. Cuenca Biabo.





5.3 Índices de diversidad

5.3.1 Diversidad alfa

Los datos obtenidos se analizaron con números efectivos (0D , 1D y 2D). Donde, la diversidad de orden cero ($q = 0$) equivale simplemente a la riqueza de especies; la diversidad de orden 1, las especies tienen un peso exactamente proporcional a su abundancia y la diversidad de orden 2, toman más en cuenta las especies comunes, así favoreciendo a las especies muy abundantes.

La diversidad efectiva (1D) fue 3.85 especies en promedio (desv. estándar = 1.21 especies y C.V = 0.31) y con una mediana de 4.11 especies. Los datos variaron entre 1.072 y 5.667 especies, los valores más altos fueron reportados para las estaciones BIA-06 y BIA-09 a diferencia de BIA-01 y BIA-19 que reportaron los menores valores. Finalmente, la diversidad de orden dos (2D) fue 2.95 especies en promedio (desv.

estándar = 0.93 y C.V = 0.32) y con una mediana de 3.1 especies. Los datos variaron entre 1.023 y 4.39 especies, donde los mayores valores fueron registrados también en BIA-09 y BIA-06; y los menores valores en BI-01 y BI-19 (Tabla 6, figura 13).

Tabla 6. Índices de diversidad (0D , 1D y 2D) para cada estación evaluada en la cuenca Biabo (Donde, N es abundancia,  sector alto,  sector medio,  sector bajo y  índices de diversidad altos)

ESTACIONES	N	0D	1D	2D
BIA-01	445	3	1.072	1.023
BIA-02	360	5	2.302	1.825
BIA-03	8	3	2.46	2.133
BIA-04	9	4	3.709	3.522
BIA-05	20	6	4.427	3.636
BIA-06	77	10	5.667	4.256
BIA-07	43	7	5.029	4.212
BIA-08	37	7	3.873	2.578
BIA-09	26	8	5.601	4.39
BIA-10	17	6	4.423	3.658
BIA-11	53	10	5.209	3.551
BIA-12	240	11	4.005	3.058
BIA-13	45	8	3.202	2.023
BIA-14	141	10	3.924	3.047
BIA-15	126	11	4.594	3.479
BIA-16	78	9	4.214	2.951
BIA-17	82	11	4.577	2.903
BIA-18	160	8	2.75	1.944
BIA-19	626	20	1.991	1.328
BIA-20	60	8	4.612	3.689
BIA-21	164	14	5.077	3.418
BIA-22	29	4	2.74	2.207

Fuente: Elaboración propia

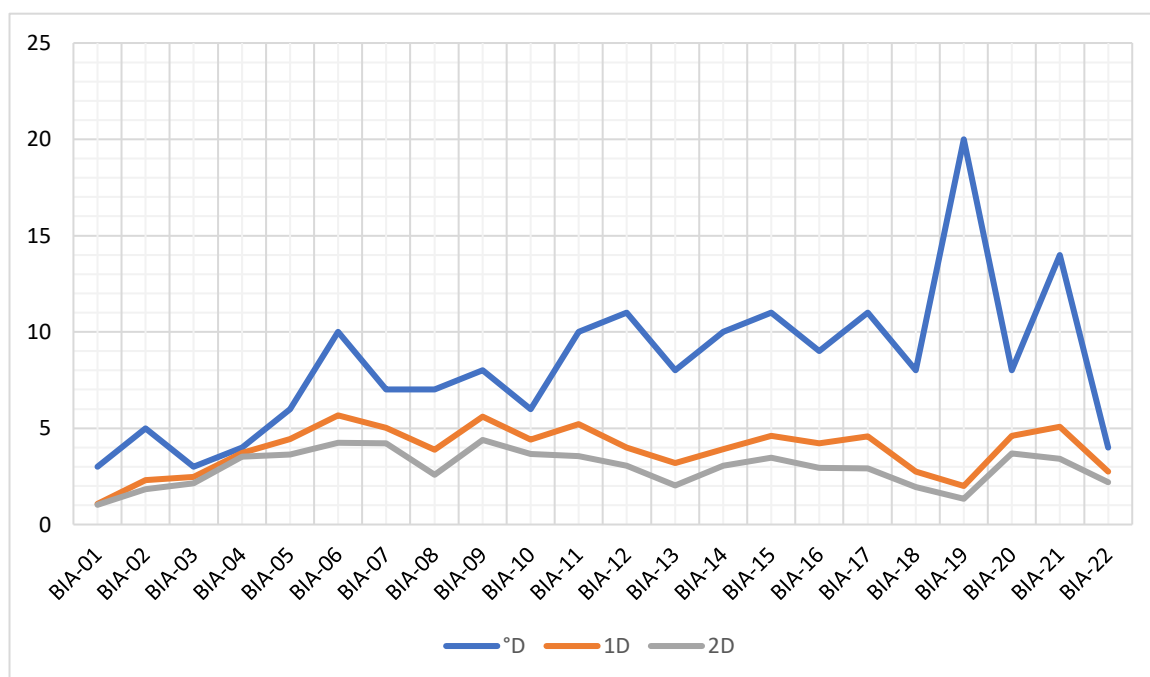


Figura 12. Diversidades $^{\circ}D$, $1D$ y $2D$ para cada estación de la cuenca Biabo

5.3.2 Curvas de acumulación de especies

La figura resultante de las curvas de acumulación de especies utilizando los estimadores Chao 1, Bootstrap, Chao 2 y Jackknife 1 nos muestran que el número de especies en el río Biabo sigue la tendencia a incrementarse. Según el estimador Chao 1, la riqueza que presentaría el área sería 67 especies donde las 53 especies registradas en esta evaluación representan el 80.2 % de eficiencia. Con Bootstrap, la riqueza estimada sería de 64 especies donde el 84.5 % representa la eficiencia en el muestreo. El resultado para Chao 2 fue de 83 especies (64.9 % de eficiencia) y por último, el resultado de Jackknife 1, la riqueza sería de 77 especies (70.2 % de eficiencia) (Figura 14).

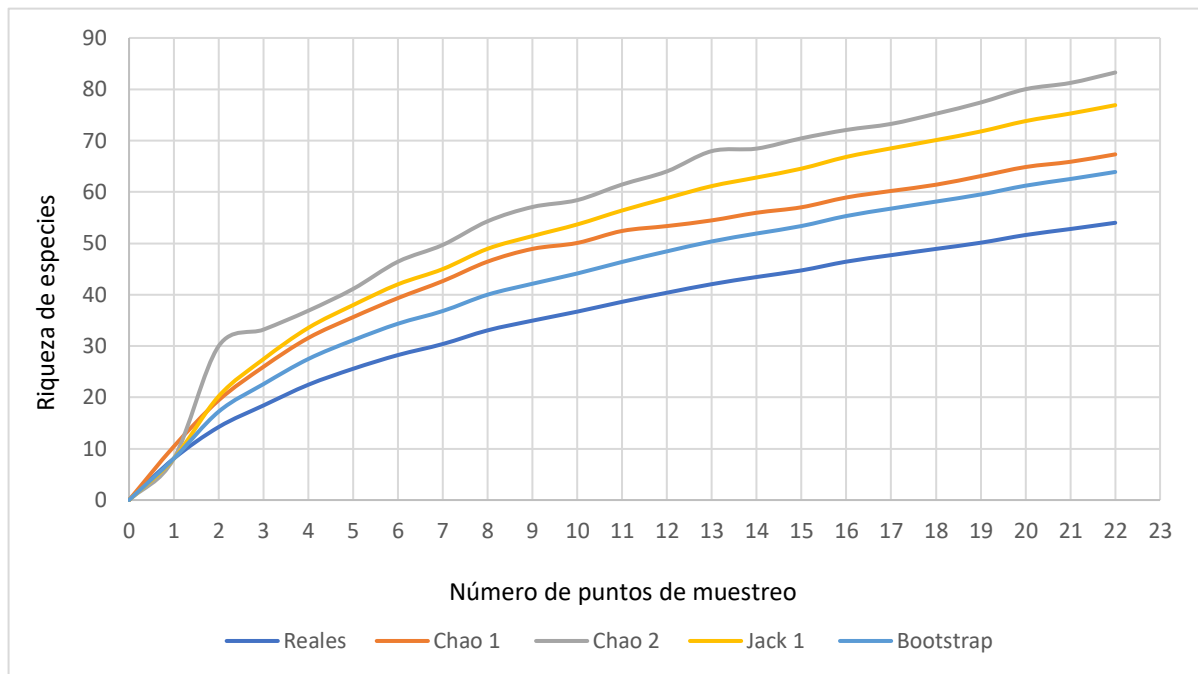


Figura 13. Curva de acumulación de especies en la cuenca del Biabo.

5.3.3 Análisis de Similitud

El Índice de similitud de Bray-Curtis (matriz de abundancia) nos muestra que las estaciones BIA-11 (río Biabo) y BIA-20 (río Ponasillo) son similares en 76.0 %; BIA 14 (quebrada Pavo) y BIA-15 (quebrada Tiayacu) son similares en 70.0 %.

Se definió cuatro grupos, el primero reúne a las estaciones BIA-01 y BIA-02 (sector 1) con el 64.0 % de similitud; el segundo grupo las estaciones BI-06, BI-08 y BI-09 (sector 2) con 45.0 % de similitud, el tercer grupo, con el 68.0 % de similitud, se reúnen las estaciones BIA-14, BIA-15 y BIA-17 (sector 3); y el cuarto grupo, las estaciones BIA-11, BIA-20 y BIA-22 con 66% (sector 3). (Figura 15).

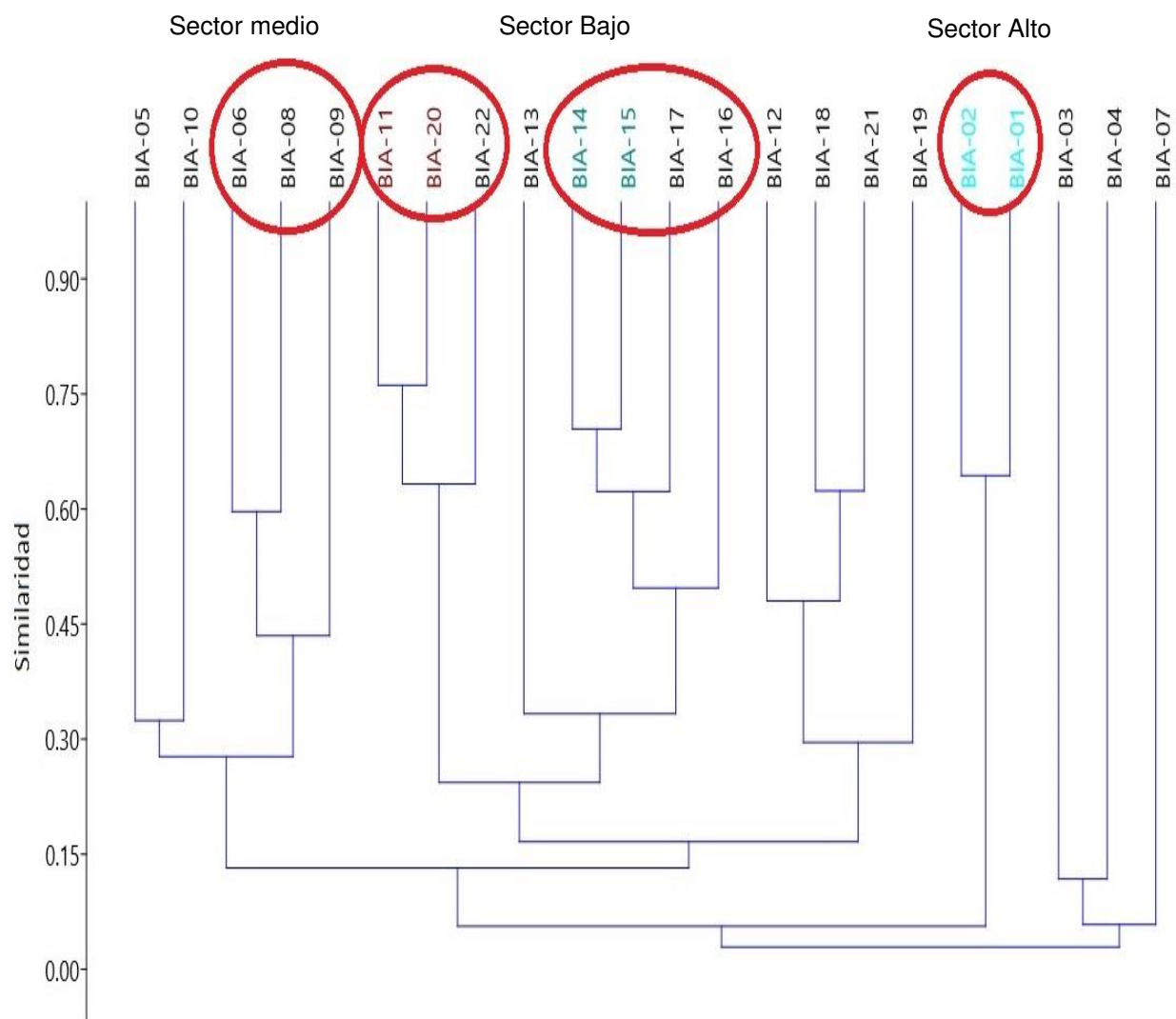


Figura 14. Similitud Bray-Curtis de las estaciones evaluadas en la cuenca Biabo.

5.4 Caracterización funcional de la ictiofauna

Las 53 especies identificadas fueron clasificadas en cinco grupos funcionales. Donde, 18 especies se caracterizaron por ser bentónicas de no torrente (33.4%), ocho fueron pelágicas (14.8%), 17 de poza (33.3%), ocho de torrente (14.8%) y dos reofílicas (3.7%).

Entre las especies de torrente se destacaron: *Chaetostoma aff. lineopunctatum* “carachama” (Siluriformes: Loricariidae) y *Characidium sp* “mojarrita” (Characiformes: Crenuchidae).

Las especies reofílicas presentes fueron *Prochilodus nigricans* “boquichico” (Characiformes: Prochilodontidae) y *Zungaro zungaro* (Siluriformes: Pimelodidae).

En los peces bentónicos de no torrente destacaron: *Hypostomus sp*, *Lasiancistrus schomburgkii* “carachama”, *Sturisoma rostratum* “Shitari” (Siluriformes: Loricariidae) y *Pimelodella gracilis* “cunshi” (Siluriformes: Heptapteridae).

En los peces pelágicos destacaron: *Acestrocephalus boehlkei* “mojarrita” y *Astyanax maximus* “mojarra” (Characiformes: Characidae).

En los peces de poza (remanso, piscina) destacaron: *Creagrutus flavescens*, *Creagrutus barrigai*, *Knodus hypopterus*, *Knodus megalops*, *Knodus orteguasae* y *Odontostilbe sp.* “mojarrita” (Characiformes: Characidae). (Tabla 7)

Tabla 7. Especies de peces y sus abundancias por grupo funcional. Cuenca Biabo

Grupo Funcional	Especie	Abundancia
Peces reofílicos	<i>Prochilodus nigricans</i>	3
	<i>Zungaro zungaro</i>	2
Peces de torrente	<i>Characidium sp 1</i>	15
	<i>Characidium sp 2</i>	12
	<i>Characidium sp 3</i>	1
	<i>Microcharacidium sp</i>	2
	<i>Parodon buckleyi</i>	1
	<i>Parodon pongoensis</i>	3
	<i>Chaetostoma sp</i>	4
	<i>Chaetostoma aff. lineopunctatum</i>	20
Peces bentónicos no torrentosos	<i>Bunocephalus aleuropsis</i>	1
	<i>Pimelodella gracilis</i>	12
	<i>Megalonema platycephalum</i>	1
	<i>Pimelodus ornatus</i>	1
	<i>Henonemus punctatus</i>	2
	<i>Vandellia cirrhosa</i>	2
	<i>Ancistrus sp</i>	1
	<i>Aphanotorulus unicolor</i>	5
	<i>Farlowella nattereri</i>	1
	<i>Farlowella smithi</i>	5
	<i>Hypostomus sp</i>	7
	<i>Hypostomus sp1</i>	1
	<i>Hypostomus aff. emarginatus</i>	1
	<i>Lasiancistrus schomburgkii</i>	7
	<i>Loricaria sp</i>	3
	<i>Loricaria cataphracta</i>	5
	<i>Sturisoma rostratum</i>	12
	<i>Sturisoma sp</i>	2
Peces pelágicos	<i>Acestrocephalus boehlkei</i>	12
	<i>Astyanax bimaculatus</i>	1
	<i>Astyanax maximus</i>	35
	<i>Ctenobrycon sp</i>	1
	<i>Serrasalmus sp</i>	2
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	1
	<i>Sternarchorhynchus sp</i>	1
	<i>Sternopygus macrurus</i>	2
	<i>Bryconamericus sp</i>	34
Peces de pozas	<i>Creagrutus barrigai</i>	212
	<i>Creagrutus flavescens</i>	710
	<i>Knodus hypopterus</i>	1020
	<i>Knodus megalops</i>	148
	<i>Knodus ortegasae</i>	227
	<i>Knodus aff. smithi</i>	30
	<i>Odontostilbe sp. Nov</i>	180
	<i>Odontostilbe fugitiva</i>	43
	<i>Paragoniates alburnus</i>	30
	<i>Prodontocharax alleni</i>	3
	<i>Prodontocharax melanotus</i>	2
	<i>Clupeacharax anchoveoides</i>	8
	<i>Poecilia reticulata</i>	1
	<i>Synbranchus sp.</i>	1
	<i>Bujurquina huallagae</i>	6
	<i>Crenicichla sedentaria</i>	1

El sector bajo (200m – 300m) presentó mayores porcentajes de riqueza, los grupos funcionales: pelágicos (38.6%) y de poza (36.3%). En el sector medio (301m-500m), los peces de torrente y de poza presentaron mayores porcentajes (44% y 24%) y en el sector alto (501m-701m) hay la presencia de peces de poza y torrentes en mayores porcentajes. Las especies reofílicas se encontraron en el sector medio y bajo. (Figura 16)

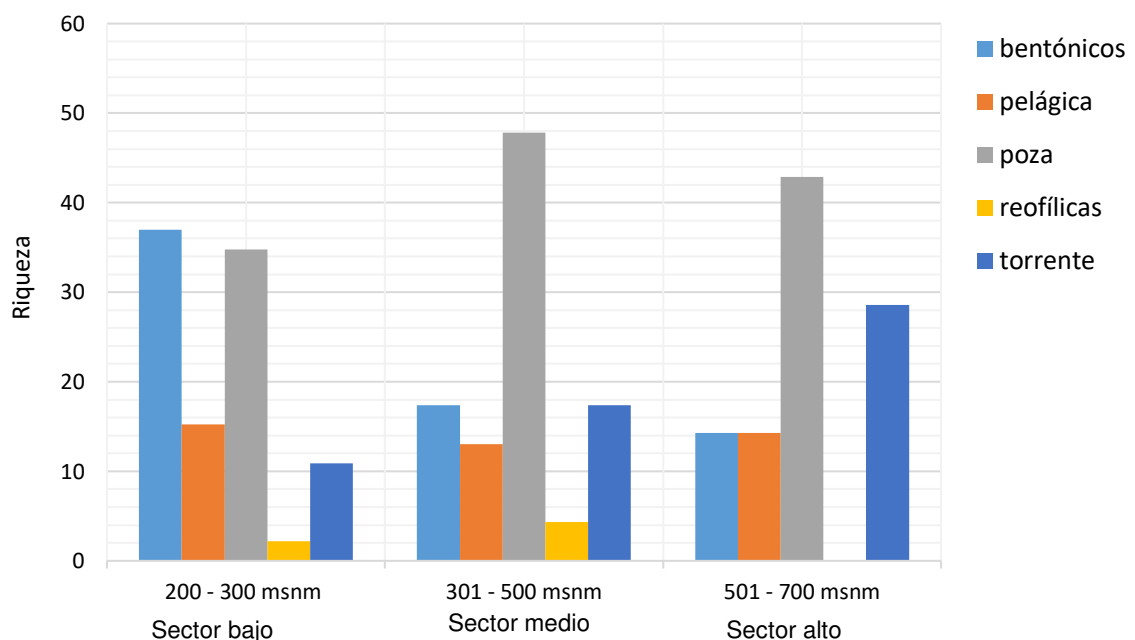


Figura 15. Riqueza (%) de los grupos funcionales por sectores (nivel altitudinal).
Cuenca Biabo.

Con respecto a la abundancia, los grupos funcionales dominantes fueron los peces de poza en los tres sectores, estando con mayor abundancia en el sector alto y bajo. Los peces de torrente con mayor porcentaje estuvieron presentes en el sector medio (301 – 500m).

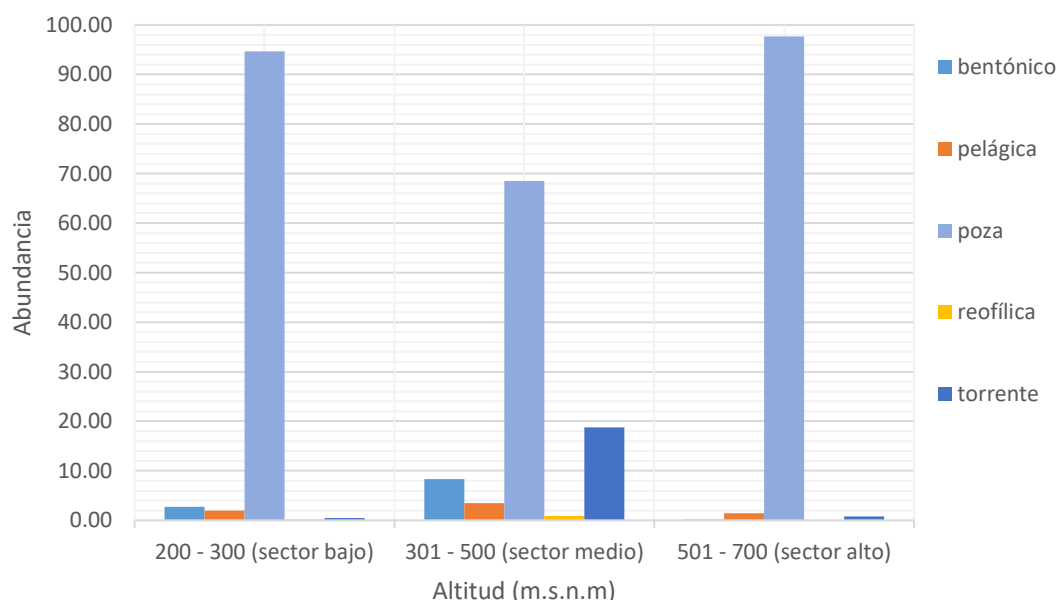


Figura 16. Abundancia (%) de los grupos funcionales por sectores (nivel altitudinal). Cuenca Biabo.

Prueba estadística

Dieron como resultado que la mayoría de los datos de los grupos funcionales por cada sector no seguían una distribución normal (prueba Shapiro Wilk con un $p < 0.05$), por lo cual se utilizó la prueba no paramétrica Mant-Whinny para determinar si existe o no diferencias en la composición de los grupos funcionales por sectores.

Con los grupos funcionales de peces de poza y de torrente, el valor de significancia “p” fueron menores de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, lo cual demuestra que hay suficiente evidencia muestral para comprobar que la abundancia de peces de poza y torrente son diferentes en ambos sectores. (Tabla 8)

Con los grupos funcionales de peces pelágicos y bentónicos, el valor de significancia “p” fueron mayores de 0.05, por lo cual no se rechaza la hipótesis nula, lo cual nos indica que hay suficiente evidencia muestral para comprobar que la abundancia de estos grupos funcionales no difieren en ambos sectores. (Tabla 8)

Tabla 8. Valores de las pruebas estadísticas de los grupos funcionales por sectores.

Cuenca río Biabo

GRUPO FUNCIONAL	SECTOR	VALOR "P"	
		Shapiro-Wilk	Mann-Whitney
POZA	Medio	0.235	0.02
	Bajo	0.00	
TORRENTE	Medio	0.05	0.038
	Bajo	0.012	
PELAGICA	Medio	0.006	0.929
	Bajo	0.00	
BENTONICA	Medio	0.00	0.966
	Bajo	0.018	

Fuente: Elaboración propia

5.5 Estado de conservación de las estaciones evaluadas.

Los resultados demostraron que los valores del IBI variaron entre 22 a 48. Un total de 10 estaciones (BIA-09, BIA-11, BIA-12, BIA-13, BIA-14, BIA-15, BIA-16, BIA-17, BIA-19 y BIA-21) presentaron una condición *Buena* (45.5 %), otras 10 presentaron condición *Regular* (45.45%) y dos (02) estaciones, BIA-04 y BIA-05, se encontraron en condición *Pobre* (9.1%). (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados del IBI para las estaciones evaluadas en la cuenca Biabo.

Categorías	Riqueza o diversidad de especies						Composición trófica de las especies			Abundancia y condición de los peces			Valor del IBI	Calificación
Criterios	Cantidad de spp.	Characiformes	Siluriformes	Gymnotiformes	No Ostariophysi	Tolerantes	Omnívoros	Detritívoros	Carnívoros	No. Individuos	Saludables	Lesionados		
BIA-01	3	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	26	Regular
BIA-02	3	3	1	1	1	1	3	3	1	5	5	5	32	Regular
BIA-03	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	22	Pobre
BIA-04	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	5	5	24	Pobre
BIA-05	5	3	3	1	1	1	3	3	1	1	5	5	32	Regular
BIA-06	5	3	3	1	1	1	3	1	3	3	5	5	34	Regular
BIA-07	5	3	1	5	1	1	3	1	3	3	5	5	36	Regular
BIA-08	5	3	3	1	1	1	3	3	3	3	5	5	36	Regular
BIA-09	5	3	3	5	1	1	3	3	3	1	5	5	38	Bueno
BIA-10	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	5	5	26	Regular
BIA-11	3	3	5	1	1	1	3	3	5	3	5	5	38	Bueno
BIA-12	5	5	5	1	3	3	3	5	3	5	5	5	48	Bueno
BIA-13	5	3	5	1	3	3	5	1	1	3	5	5	40	Bueno
BIA-14	5	3	3	1	5	5	5	1	3	3	5	5	44	Bueno
BIA-15	5	5	3	1	3	3	5	3	1	3	5	5	42	Bueno
BIA-16	5	5	1	1	5	5	5	3	1	3	5	5	44	Bueno
BIA-17	5	5	3	1	1	1	5	3	1	3	5	5	38	Bueno
BIA-18	5	3	3	1	1	1	3	3	3	3	5	5	36	Regular
BIA-19	5	5	5	1	1	1	5	3	5	5	5	5	46	Bueno
BIA-20	5	3	1	5	1	1	3	1	3	3	5	5	36	Regular
BIA-21	5	5	3	1	1	1	3	5	3	3	5	5	40	Bueno
BIA-22	3	3	1	1	1	1	3	1	1	1	5	5	26	Regular

Fuente: Elaboración propia

5.6 Principales especies de consumo

La pesca realizada por los pobladores de los centros poblados y comunidades albergadas en las riberas del río Biabo es destinada principalmente para el autoconsumo. De las 53 especies registradas, 21 especies (38.9%) fueron determinadas como especies de consumo, donde 11 especies están dentro del orden Characiformes; siete (07) especies dentro de Siluriformes, dos (02) especies dentro de Cichliformes y una (01) especie dentro de Gymnotiformes. (Figura 18, Figura 19 y Figura 20).

Tres (03) especies: *Zungaro zungaro*, *Prochilodus nigricans* y *Serrasalmus rhombeus*, son consideradas de importancia económica por su comercialización en los grandes mercados Amazónicos (García *et al*, 2018).

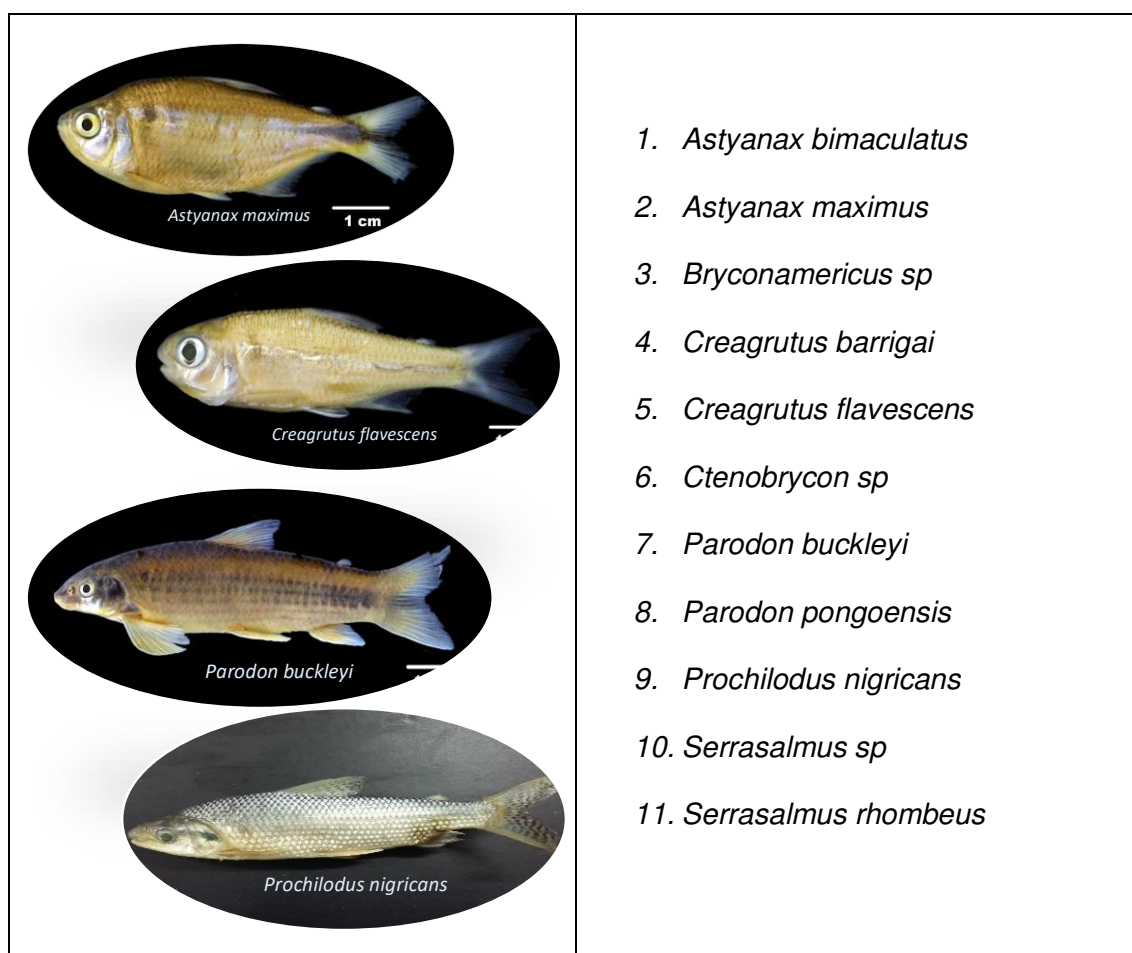


Figura 17. Especies de peces de consumo dentro del orden Characiformes.

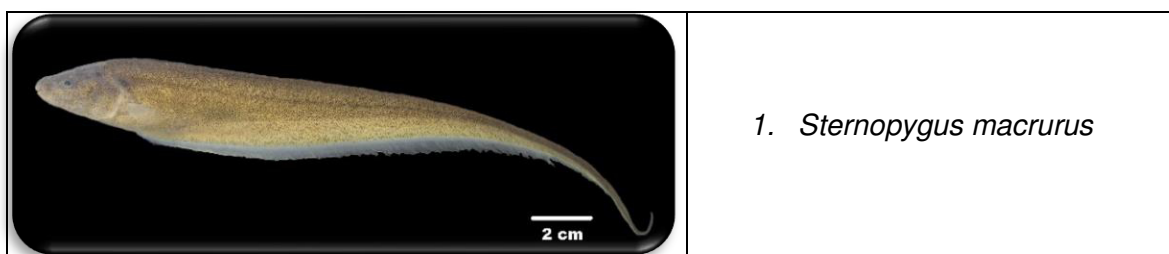


Figura 18. Especie de consumo dentro del orden Gymnotiformes.

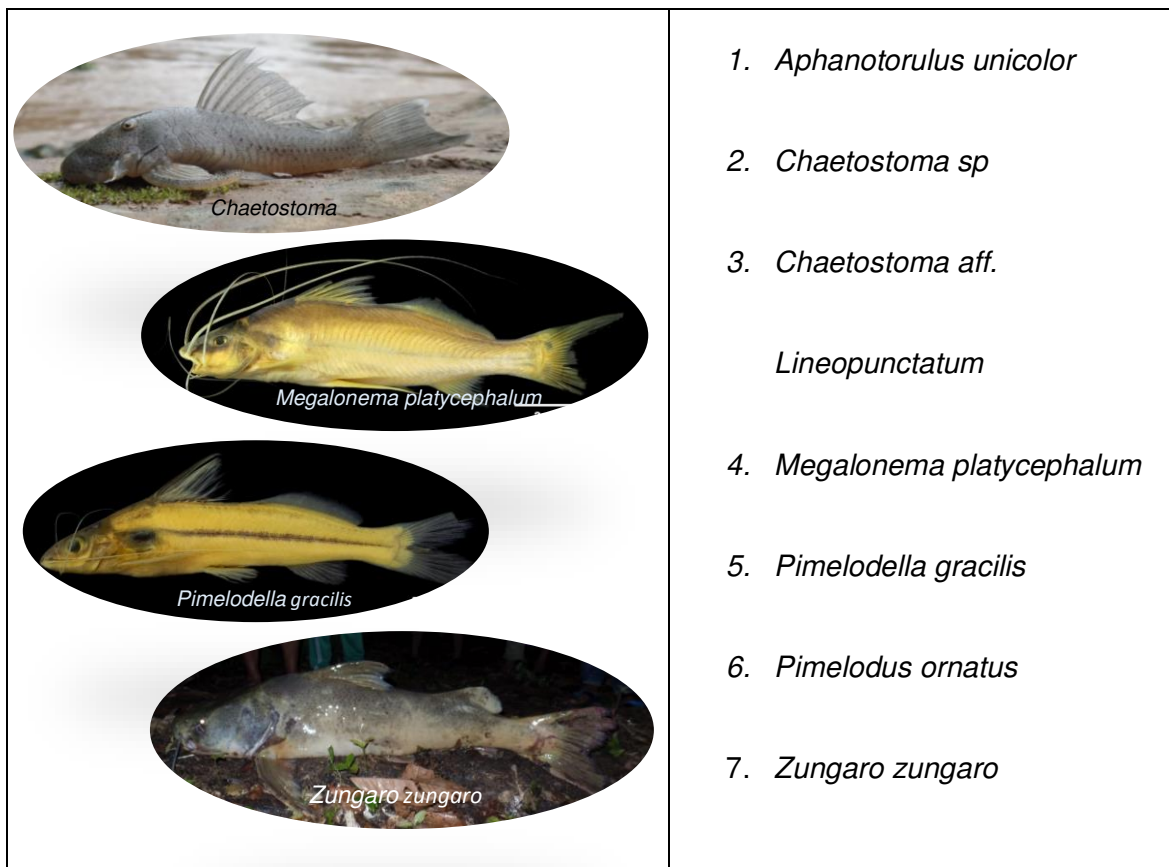


Figura 19. Especies de consumo dentro del orden Siluriformes

VI. DISCUSIÓN

Ambiente acuático

Los ambientes acuáticos evaluados se encuentran, como se mencionó previamente, en la Zona de Amortiguamiento de PNCAZ, comprendiendo un rango de altitud de 230 m.s.n.m. (desembocadura al río Huallaga) a 701 m.s.n.m. (Casa de guardaparque, puesto de vigilancia 21, límite del PNCAZ). Presentando aguas blancas con un color característico marrón, debido al transporte de abundante cantidad de sedimento en suspensión y nutrientes (Goulding *et al*, 2003). La transparencia medida fue menor de 10 centímetros (poca transparencia) es característico en este tipo de agua (Sioli, 1967; Pinilla, 2005).

Entre los sectores designados, el sector alto (501m – 701m) comprendió tres estaciones, la predominancia de sustrato arenoso-arcilloso y la velocidad de corriente lenta fue característico en las dos primeras estaciones (BIA-01 y BIA-02), mientras que en BIA-03, ubicada a 628 m de altitud, las características eran diferentes, presentado sustrato característico pedregoso (piedra y canto rodado) y una velocidad rápida torrentosa. El sector medio (301 – 500m), donde se ubican las estaciones BIA-04 hasta BIA-10, compartieron las características en el sustrato (areno-pedregoso) y velocidad de corriente (rápida); estos dos sectores, se encuentran ubicadas entre el ultimo caserío “Nuevo San Miguel” y la Casa del Guardaparque, su cobertura vegetal estuvo prevalecida de bosque primario. Las estaciones BIA-11 a BIA-22 pertenecieron al sector bajo (200 – 300m), con dominancia de sustrato fino areno-fangoso, velocidad de corriente moderada – lenta y cobertura vegetal predominante de bosque secundario; en este sector se encuentran ubicados a la ribera del río 15 centros poblados, desde José Olaya a José Gálvez. Las diferencias de la velocidad de corriente entre sectores son determinadas por la pendiente del cauce. En el sector medio, la pendiente del cauce era más pronunciada que el sector alto y bajo, por eso presentó una velocidad torrentosa -

rápida (Hudson, 1997). Se observa cierta similaridad entre el sector bajo y alto por el tipo característico de sustrato fino y también por la velocidad lenta que presentan.

Ictiofauna

Se han registrado 53 especies para la cuenca evaluada, el cual nos indica una riqueza moderada si lo comparamos con investigaciones sobre ictiofauna desarrolladas en el río Huallaga y afluentes; como las de Sifuentes (1988), donde se reportó 56 especies en el sector central del río Huallaga; Meza (2014), en afluentes menores del Huallaga reportó 64 especies, Ecurra (2017) en el río Mayo, 65 especies; y Valenzuela (2018) en el sector bajo del Huallaga, 119 especies. De las especies de peces continentales registradas en la Amazonia Peruana, la ictiofauna del río Biabo representa un aproximado de 7% (Ortega *et al*, 2012).

De las especies registradas, ***Bujurquina huallagae*** es una especie endémica para la cuenca del río Huallaga, su presencia se registró en cuatro estaciones, las cuales fueron afluentes (quebradas Tiayacu, Yuracyaccu y Pavo); esta especie se encuentra en la lista roja de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la conservación de la naturaleza), teniendo la categoría y criterio de menor preocupación; el Parque Nacional Cordillera Azul y el Parque Nacional Tingo María son las encargadas de las acciones para su conservación (Chocano *et al*, 2016).

Prochilodus nigricans y ***Zungaro zungaro*** son especies con carácter migratorio de mediana distancia (entre 100-500 km) (Zapata y Usma, 2013). ***Prochilodus nigricans*** (Characiformes: Prochilodontidae) se registró en dos afluentes del sector bajo (quebrada Tiayacu y río Bombanajillo), esta especie migra en grandes cardúmenes para el desove a los canales principales de los ríos durante la época de creciente y durante la época de vaciante, se desplaza hacia los tributarios menores para buscar alimento (Barthem y Goulding, 2007; Zapata y Usma, 2013), esto podría explicar la presencia de esta especie sólo en los afluentes del río Biabo, ya que la época en que se evaluó fue

transición entre secante – creciente. ***Zungaro zungaro*** (Siluriformes: Pimelodidae) se registró en dos estaciones del río Biabo (BIA-06 y BIA-08), considerada la segunda especie de gran tamaño entre los grandes bagres depredadores (Mojica *et al*, 2012), los cuales al inicio de la época creciente migran hacia las cabeceras del Amazonas y tributarios de hábitats de aguas blancas (Alto Amazonas) para la reproducción (Barthem & Goulding, 2007; Mojica *et al*, 2012; Zapata y Usma, 2013); por la presencia de esta especie, el río Biabo podría ser considerado un lugar para la reproducción. También se registra una especie introducida, ***Poecilia reticulata*** (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), reportada en la quebrada Tiayacu. Según Ortega *et al*, 2012, esta especie fue introducida al lago Sauce para ser alimento de la especie *Tilapia rendalli*; pueden desarrollarse en condiciones ambientales adversas con concentraciones elevadas de materia orgánica y poco oxígeno. La presencia de esta especie puede significar fuertes amenazas para las formas nativas de peces.

En términos de riqueza, los órdenes Characiformes (26 especies) y Siluriformes (21 especies) fueron predominantes, conformando más del 90% en riqueza y abundancia de especies, confirmándose así la tendencia en predominancia del superorden Ostariophysi en aguas continentales (van der Sleen & Albert, 2018); así como, en investigaciones desarrolladas en la cuenca Huallaga (Ortega *et al*, 2007; Meza, 2014; Valenzuela, 2018).

La familia Characidae y Loricariidae fueron predominantes en riqueza, estas familias registradas en casi todas las estaciones evaluadas poseen amplia distribución en el neotrópico (Galvis *et al*, 2006), y se confirma también la tendencia en predominancia registrada en diferentes estudios de ictiofauna de la región neotropical (Ortega *et al*, 2012, Armas, 2014; Nelson *et al*, 2016). En abundancia, la familia Characidae fue la más dominante, teniendo casi la totalidad de ejemplares colectados (94.6 %), donde los géneros *Knodus* y *Creagrutus* fueron los representativos; según Rengifo (2007), los peces Cáracidos de pequeñas tallas forman grandes cardúmenes multiespecíficos y

habitan las partes ribereñas; es decir, un mismo tipo de ambiente, lo cual demostraría esta abundancia en las capturas de esta familia, empleando las redes de arrastre con malla menuda.

De las 22 estaciones, aquellas con mayores valores de riqueza de especies y registro de familias fueron las que tuvieron mayor variedad y cobertura de micro hábitats (BIA-19 y BIA-21, Sector bajo), porque constituye un hábitat ideal para el desarrollo de diversas comunidades acuáticas (Ortega *et al*, 2007), caso contrario son las estaciones BIA-01, BIA-02, BIA-03 (Sector alto) y BIA-22, registrando los menores valores de riquezas y registro de familias, porque poseían menor variedad y cobertura de micro hábitats; además de la complejidad del hábitat, otros factores que influyen en la comunidad de peces son también la velocidad de la corriente del agua, la profundidad, la conductividad y la temperatura (Tejerina-Garro *et al*. 2005).

Los valores de diversidad efectiva del río Biabo, mostraron una diversidad representativa (promedio: 3.85 especies efectivas y Mediana: 4.11 especies efectivas), comparados con los valores registrados de diversidad efectiva por Valenzuela (2018) en el bajo Huallaga (promedio: 6.26 especies efectivas). Los valores de diversidad efectiva más altos y bajos que se presentaron en las estaciones, se atribuye a diferencias en abundancias de algunas especies dominantes, lo que explica los bajos valores de las estaciones BIA-01 y BIA-19 donde las especies dominantes *Creagrutus flavescens* y *Knodus hypopterus*, tienen casi la totalidad de la abundancia en sus estaciones. Las estaciones con valores altos presentan cierta homogeneidad en abundancia.

Las especies con mayor frecuencia pertenecieron a la familia Characidae (*Knodus hypopterus*, *Knodus orteguasae*, *Astyanax maximus*, *Knodus megalops* y *Odontostilbe* sp. Nov), estuvieron registradas en más de la mitad de las estaciones evaluadas, esto se explica, como se mencionó anteriormente que las especies de esta familia poseen amplia distribución (Galvis et al, 2006) y relación estrecha con las orillas, remansos y baja velocidad de corriente del río (Correa & Ortega, 2010).

Al observar la curva de acumulación de especies, nos muestra la tendencia de seguir incrementando la riqueza de peces en el área evaluada. El número probable de especies que presentaría el área según Chao 1 es 67, Jackknife es 77, Bootstrap es 64 y Chao 2 es 83 especies, si bien la eficiencia del muestreo nos indica un porcentaje mayor de 80% (53 especies registradas), todos estos valores dados por los estimadores nos indican la necesidad de aumentar el esfuerzo de muestreo en las futuras colectas para acrecentar así el número de especies de forma más significativa.

El análisis de similaridad nos define cuatro grupos con más del 60% de similitud, el primero comprende las estaciones BIA-01 y BIA-02, estaciones pertenecientes al sector alto. El otro grupo están las estaciones BIA-06, BIA-08 y BIA-09, del sector medio. En el tercero están BIA-11, BIA-20 y BIA-22; y el último grupo, BIA-14, BIA-15 y BIA-17; en ambos grupos las estaciones pertenecientes al sector bajo. Entonces, la formación de estos grupos está relacionada también con la similaridad de las características del ambiente acuático que presenta cada estación.

En la caracterización funcional, la ictiofauna estuvo dominada por dos grupos funcionales: los peces de poza y los bentónicos de no torrente. Se comprobó diferencias en la composición de los grupos funcionales por sectores, así, el sector medio y bajo presentaron similaridad en los grupos funcionales de peces pelágicos y bentónicos. La abundancia de peces de poza fueron dominantes en los sectores alto y bajo, difiriendo del sector medio, la cual fue corroborada con la prueba estadística ($p < 0.05$). El sector medio fue el que presentó mayor porcentaje de peces de torrente, al presentar sustrato rocosos y pedregosos con velocidad de corriente torrentoso y fuerte (zona de rápidos), este tipo de sustrato está asociado a este tipo de peces que poseen adaptaciones morfológicas como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados como mecanismo para no ser arrastrados por la corriente (Roldan, 1992).

De la lista total de composición taxonómica de peces se observa a 15 taxones identificados hasta género debido a las complejidades morfológicas que presentaron, siendo los especímenes juveniles, los cuales no han desarrollado todavía aquellas

características específicas de los adultos dificultando la identificación hasta nivel de especies, por la complejidad que presentan por superposición de caracteres. Por último, *Odontostilbe* sp, es una especie nueva, según el especialista del género, que se ha reportado también en el río Huallaga y varios de sus afluentes (Com. personal J. Chuctaya 2018).

Del total de especies se registró que casi el 40% de las especies son destinadas al consumo. Según, el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1987), los peces constituyen el alimento tradicional de los pobladores de las zonas ribereñas, los cuales les proveen por lo menos el 60% de las proteínas animales. En los centros poblados ubicados cerca al PNCAZ la pesca es principalmente destinada al autoconsumo, siendo mayormente su alimento principal.

Estado de conservación

En relación con el Índice de Integridad Biológica (IBI), los resultados obtenidos en cada estación tienen relación directa con los resultados obtenidos de riqueza (S) y abundancia (N) (Ortega *et al*, 2007).

En las estaciones del sector bajo (BIA-11 a BIA-22), la mayoría presentaron condiciones buenas y algunas condiciones regulares, esto se sustenta por la alta riqueza y abundancia de especies que registraron las estaciones; pero mencionar que este sector tiene mayor intervención humana por la cantidad de centros poblados alojados cerca de la ribera del río con respecto a los otros sectores, se observó la presencia de basura (botellas y envoltorios de plástico) en el lecho del río y también actividad agrícola que utilizarían fertilizantes (cultivos principalmente como plátano, cacao y arroz), las cuales podrían llegar alterar los ambientes acuáticos, pero estas amenazas como vemos no ha llegado alterar todavía significativamente la conservación del río Biabo pero si se continúa incrementando el nivel de estas amenazas podrían ocasionar daños irreparables.

Con respecto a las estaciones BIA-01 al BIA-10, la mayoría presentaron condiciones regulares y sólo dos estaciones condiciones pobres, debido a la baja riqueza o

abundancia de especies que presentan. En estas estaciones la intervención humana es casi nula, alrededor del río no existen centros poblados, sólo se observa algunos cultivos de Cacao cerca al centro poblado Nuevo San Miguel, y las especies registradas no están relacionados al mal estado de conservación; pero, como se encuentran cerca al parque nacional deberían presentar condiciones buenas; estos resultados en este sector nos indica que si bien el IBI se basa en la diversidad y estructura trófica de las especies, se deberían combinar con otros criterios ecológicos (SVAP) o añadir otros tipos de índices biológicos (macroinvertebrados, %EPT, IDG, etc.) para obtener resultados más representativos del estado de conservación de un ambiente.

Por último, la construcción de represas genera preocupación porque provoca modificaciones en los hábitats acuáticos amenazando así la conservación de los peces de agua dulce. Las alteraciones en los hábitats tanto físicos y químicos provocan cambios en las comunidades biológicas que albergan y por ende en el funcionamiento ecológico de los ríos (Aguilera y Pouilly, 2012), llegando a la desaparición de especies vulnerables (Tognelli *et al*, 2016); una de ellas sería la pérdida posible de peces de torrente del orden Siluriformes que son susceptibles a las alteraciones del caudal (Maldonado *et al*, 2005). Otro de los afectados serían los peces migratorios, pudiendo afectar así las estrategias reproductivas de estas especies, debido a la pérdida de conectividad (Anderson *et al*, 2018) dado que estos peces migran para la reproducción a estas zonas de los ríos (cabeceras del Amazonas); por lo mencionado, esto representaría una amenaza por la presencia de especies migratorias y especies de torrentes en el río Biabo

VII. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una riqueza moderada en la ictiofauna del área evaluada del río Biabo.
- Según los valores de la diversidad estimados cuantitativamente, se confirma que existe una diversidad intermedia en el río Biabo y tributarios.
- La ictiofauna del río Biabo representa un aproximado de 7% de las especies registradas de la Amazonia e incluye dos especies migradoras.
- Los peces Characiformes y Siluriformes con elevada riqueza y abundancia, confirman la dominancia del superorden Ostariophysi en la Amazonia
- La familia Characidae predominó en riqueza y abundancia en las áreas ribereñas de los ambientes evaluados.
- Las estaciones con mayores valores de riqueza de especies y registro de familias fueron las que tuvieron mayor heterogeneidad y cobertura de microhábitats.
- La ictiofauna estuvo dominada por dos grupos funcionales: los peces de poza y los bentónicos de no torrente (más del 60%).
- Se comprueba estadísticamente la diferencia significativa en la composición de los grupos funcionales entre los sectores designados.
- Gran parte de las especies registradas son destinadas al consumo humano constituyendo el alimento tradicional de los pobladores.
- Según el índice IBI, el estado de conservación en la época evaluada presentó condición buena y regular en la mayoría de las estaciones.

VIII. RECOMENDACIONES

- Según los estimadores de riqueza, se debe aumentar el esfuerzo de muestreo, por ello, coleccionar también durante la época seca, entre julio y agosto para una mejor caracterización de la ictiofauna.
- Utilizar otras artes de pesca tales como anzuelos, redes de espera, etc., para caracterizar de forma más representativa las poblaciones de peces en el área de estudio.
- Ampliar estudios con criterios ecológicos y tipos de índices biológicos utilizando comunidades biológicas tales como diatomeas y macroinvertebrados.
- Realizar estudios complementarios en biomasa y preferencias de hábitats de las especies de peces.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, G. Y POUILLY, M. 2012. Caudal ecológico: definiciones, metodologías y adaptación a la región andina. *Acta Zoológica Lilloana*, 56: 15-30.
- ALVERSON, W. S., RODRIGUEZ, L. O Y MOSKOVITS, D. K (Editores.). 2001. Perú. Biabo Cordillera Azul. Rapid Biological Inventories Report 2. Chicago, IL: The Field Museum.
- ANDERSON, E., CLINTON, A., JENKINS, N., HEILPERN, S., MALDONADO-OCAMPO, A., CARVAJAL-VALLEJOS, F., ENCALADA, A., RIVADENEIRA, J., HIDALGO, M., CAÑAS, C., ORTEGA, H., SALCEDO, N., MALDONADO, M. Y TEDESCO, P. 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Science advances research article*.
<http://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaao1642>
- ANA (Autoridad Nacional Del Agua). 1989. Plan de desarrollo integral de la cuenca del Huallaga. Dirección General de Irrigaciones Programa Nacional de Drenaje y Recuperación de Tierras (PRONADRET). Ministerio de Agricultura. Colección INRENA.
- ANA (Autoridad Nacional Del Agua). 2016. Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos. Ediciones ANA.
- ARMAS, M. 2017. Diversidad ictiológica y estado de conservación del río Mayapo, cuenca del río Tambo, Junín – Perú. Tesis para optar el grado de Bióloga UNMSM.
- ARMBRUSTER, J. 2003. The species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa* 249:1-6 (2003)

- BARTHEM, R. Y M. GOULDING. 2007. Un ecosistema inesperado. La Amazonia revelada para la pesca. Lima, Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA), Missouri Botanical Garden Press.
- BERLANGA, V. Y RUBIO, M.J. 2012. Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. Universidad de Barcelona. Instituto de Ciencias de la Educación.
- BRENNER, T. 1994. Las pesquerías de aguas continentales frías en América Latina. COPESCAL. Documento ocasional No 7. Roma, FAO, 1994. 32pp.
- CARVALHO, T. P.; ESPINO, J.; MÁXIME, E.; QUISPE, R.; RENGIFO, B.; ORTEGA, H. Y ALBERT, J. S. 2011. Fishes from the lower urubamba river near Sepahua, Amazon Basin, Perú. Check List, 7(4), 413-442.
- CERRÓN, F.; ATENCIO, E. Y QUISPE, L. 1997. Geología de los cuadrángulos de río Biabo, Manco Cápac y Vencedor. Lima-Perú. Boletín N° 97. Impreso en INGEMENT (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico), primera edición.
- CHOCANO, L., HIDALGO DEL AGUILA, M., SANCHEZ-DUARTE, P. Y ARGUELLO, P. 2016. Bujurquina huallagae. The IUCN Red List of Threatened Species.
- CLARKE, K. R. Y GORLEY, R. N. 2006. Primer v6 Permanova+. Primer-E Ltd., Plymouth, UK.
- COLWELL, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. <http://purl.oclc.org/estimates> (accessed 08.04.14.).

- CORREA, E. Y ORTEGA, H. (2010). Diversidad y variación estacional de peces en la cuenca baja del río Nanay, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 37-42.
- ESCURRA, A. 2017. Diversidad ictiológica y estado de conservación del río Mayo (provincias de Rioja, Moyobamba y Lamas), cuenca del río Huallaga, San Martín (2006 – 2017). Tesis para optar el grado de Bióloga UNMSM.
- FERREIRA, K. 2007. Análise filogenética e revisão taxonômica do gênero *Knodus* Eigenmann, 1911 (Characiformes: Characidae). Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área: Biologia Comparada.
- FRICKE, R., ESCHMEYER, W. N. Y VAN DER LAAN, R. (EDS). 2019. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES.(<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version.
- FROESE, R. Y D. PAULY. Editors. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- GARCÍA-DÁVILA, C.; SÁNCHEZ, H.; FLORES, M.; MEJIA, J.; ANGULO, C.; CASTRO-RUIZ, D.; ESTIVALS, G.; GARCÍA, A.; VARGAS, G.; NOLORBE, C.; NÚÑEZ, J.; MARIAC, C.; DUPONCHELLE, F.; RENNO, J.-F. 2018. Peces de consumo de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.
- GALVIS, G.; MOJICA, J. I.; DUQUE, S. R.; CASTELLANOS, C.; SÁNCHEZ-DUARTE, P.; ARCE, M. Y ARBELÁEZ, F. 2006. Peces del medio Amazonas: región de Leticia. Conservation Internacional.

- GALVIS, G. Y MOJICA, J.I. 2007. The Magdalena river freshwater fishes and fisheries. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 10(2): 127-139.
- GÉRY, J. 1977. *Characoids of the World*. TFH. Neptune City, NJ, EEUU. 672 pp.
- GOULDING, M. 1980. *The fishes and the Forest: Exploration in Amazon Natural History*. University of California Press. Berkeley, USA.
- GOULDING, M.; BARTHEM, R Y FERREIRA, E. 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Smithsonian books.
- HILL, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54:427-432.
- HUDSON, N. W. (1997). Capítulo 3: Caudal. En: *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía* (Vol. 68).
- INRENA. 2006. Plan maestro (2003-2008) Parque Nacional Cordillera Azul. Biblioteca Nacional del Perú N° 2005-8157.
- JARAMILLO-VILLA, U.; MALDONADO-OCAMPO, J. A. Y ESCOBAR, F. 2010. Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology*, 76(10), 2401-2417.
- JIMÉNES-SEGURA, L. F.; ORTEGA, H.; CHUCTAYA, J.; JIMÉNEZ PRADO, P.; CARVAJAL-VALLEJOS, F. M.; RIVADENEIRA, J. F.; MOJICA, J. I.; MESA, L.M.; SÁNCHEZ-DUARTE, P.; MALDONADO-OCAMPO, J.; CORREA, V.; CHOCANO, L.; VELÁSQUEZ, M. A.; HIDALGO, M.; USMA, J.; LASSO, C.; ANDERSON, E.; VILLA-NAVARRO, F. Y TOGNETTI, M. 2016. Capítulo 3: Estado de conservación y distribución de los peces de los Andes tropicales. En: Tognelli, M.F., Lasso, C.A., Bota-Sierra, C.A., Jiménez-Segura, L.F. & Cox, N.A. (Editores). 2016. *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de*

Agua Dulce en los Andes Tropicales. Gland, Suiza, Cambridge, UK y Arlington, USA: UICN. xii + 199 pp.

JOST, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363 - 375.

JOST, L. Y GONZÁLEZ-OREJA, J. A. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana*, 56(1-2), 3-14.

KARR, J.R. 1991. Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecological Applications*.1 (1). 66-84 pp.

KARR, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6), 21-27.

KULLANDER, S. 1986. Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Perú. Swedish Museum of Natural History. Stocokholm, Sweden.

LUJAN, N. K., HIDALGO, M. Y STEWART, D. 2010. Revision of Panaque (Panaque), with descriptions of three new species from the Amazon basin (Siluriformes, Loricariidae). *Copeia* 2010 (no. 4): 676-704.

MALDONADO-OCAMPO, J.; ORTEGA-LARA, A; USMA, J; GALVIS, G; VILLANA-
NAVARRO, F; VASQUEZ, L; PRADA-PEDREROS, S Y ARDILA, C. 2005. Peces de los Andes de Colombia: guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 346 p.

MARIANO, M., HUAMAN, P., MAYTA, E., MONTOYA, H. Y CHANCO, M. 2010. Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1): 137-140.

- MEZA, S. V. 2014. Ictiofauna y estado de conservación de los hábitats acuáticos entre Aucayacu y Tocache: cuenca del río Huallaga (Huánuco-San Martín). Tesis para optar el grado de Bióloga UNMSM.
- MCCLAIN, M.E., APARICIO, L.M. Y LLERENA, C.A. 2001. Water use and protection in rural communities of the Peruvian Amazon basin. *Water International*, 26(3): 400-410.
- MOJICA, J.I., USMA, J.S., ALVAREZ-LEON, R. Y LASSO, C.A. (Editores). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, Colombia.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- MORENO, C. E.; BARRAGÁN, F.; PINEDA, E. Y PAVÓN, N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- NELSON, J.S., GRANDE, T.C. Y WILSON, M.V.H. 2016. *Fishes of the World*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: [i]-xli, 1-707
- ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 1987. Capítulo 12: Pesca. De: Estudios de casos de manejo ambiental: desarrollo integrado de un área en los trópicos húmedos - Selva Central del Perú. Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C.
- ORTEGA, H., SAMANEZ, I., CASTRO, E., HIDALGO, M. Y SALCEDO, N. 1998. Protocolos Sugeridos para la Evaluación y el Monitoreo de los Sistemas

Acuáticos del Bajo Urubamba, Perú. Biodiversity Assessment & Monitoring, Smithsonian Institution/MAB Series #2: 278-280.

ORTEGA, H; RENGIFO, B; SAMANEZ, I Y PALMA, C. 2007. Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. Rev. Perú. biol. 13(3): 185-194 pp.

ORTEGA, H. Y HIDALGO, M. 2008. Freshwater fishes and aquatic habitats in Peru: Current knowledge and conservation. Aquatic Ecosystem Health & Management 11 (3):257-271.

ORTEGA, H.; HIDALGO, M.; TREVEJO, G.; CORREA, E.; CORTIJO, A. M.; MEZA, V. Y ESPINO, J. 2012. Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. MINAM, Lima, Punto y Grafía SAC.

ORTEGA, H.; CORREA, E. Y HIDALGO, M. 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de necton (peces) en aguas continentales del Perú. En: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología. Lima: Ministerio del Ambiente, 2014. Pag: 44-56

PALACIO, J.A. 2007. Ecotoxicología acuática. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia.

PEDROSA I, JUARROS-BASTERRETXEA, J., ROBLES-FERNÁNDEZ, A., BASTEIRO, J. Y GARCÍA-CUETO, E. 2015. Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? Universitas Psychologica 14(1): 245-254

- PINILLA, G. 2005. Ecología del fitoplancton de un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá Medio República de Colombia) Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina. 258 pp.
- REIS, R., KULLANDER, S., FERRARIS, C. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre. 742 pp.
- RENGIFO, B. 2007. Diversidad de peces en la Cuenca del Alta Yuruá (Ucayali, Perú). Lima: Rev. peru. biol.. Vol 13, n° 3, 195-202
- ROLDÁN, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, Editorial Universidad de Antioquia, 529p
- SENAMHI. 2018. Datos / Datos Hidrometeorológicos/ San Martin / Estaciones Dos de Mayo (José Olaya), Cuzco-Biabo, La Unión y Nuevo Lima (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>).
- SIFUENTES, M. "Estudio preliminar de la Ictiofauna del río Huallaga central (San Martín)". Asesor: Ph. D. Rubén Valdivia Villar. Tesis Bachiller en Biología. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas, Lima, 1988.
- SIOLI, H. 1984. The amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses and river types. 1984.
- SIOLI, H. 1967. Studies in amazonian waters. Atas do Simposio sobre a biota amazonica, Brazil 1966. Vol.3, pp. 9-50.
- STEVENS, M. H. 2009. *A Primer of Ecology with R*.
- TEJERINA-GARRO, F. L.; MALDONADO, M.; IBAÑEZ, C.; PONT, D.; ROSET, N. Y OBERDORFF, T. 2005. Effects of natural and anthropogenic environmental

changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers. *Brazilian Archives of biology and technology*, 48(1), 91-108.

TELLO, M. 2017. Retos de la gobernanza ambiental y desarrollo de proyectos hidroeléctricos en el Perú. Taller Aplicación del Protocolo de Sostenibilidad Hidroeléctrica. SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones sostenibles)

TOGNETTI, M.F., LASSO, C.A., BOTA-SIERRA, C.A., JIMENEZ-SEGURA, L.F. Y COX, N.A. (Editores). 2016. Estado de conservación y distribución de la Biodiversidad de agua dulce en los Andes Tropicales. Gland, Suiza, Cambridge, UK y Arlington, USA: UICN. xii + 199 pp.

VALENZUELA, L. 2018. Diversidad, distribución de la Ictiofauna en el gradiente altitudinal y estado de conservación del río Huallaga (Pasco-Huánuco-San Martín). Tesis para optar el grado de Bióloga UNMSM.

VAN DER SLEEN Y JAMES, A. (Editores). 2018. Field Guide to the fishes of the Amazon, Orinoco and Guianas. Oxford: Princeton University Press, USA.

VARGAS, M. (19 de marzo del 2019). Hidroeléctrica Alto Biavo produciría 230 megavatios de energía eléctrica. Gobierno regional de San Martín.

WEBER, C. Y MONTOYA-BURGOS, J. 2002. *Hypostomus fonchii* sp. n. (Siluriformes: Loricariidae) from Peru, a key species suggesting the synonymy of *Cochliodon* with *Hypostomus*. *Revue Suisse de Zoologie* v. 109 (no. 2): 355-368.

WINEMILLER, K. O.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.; TAPHORN, D. C.; NICO, L. G. Y DUQUE, A. B. 2008. Fish assemblages of the Casiquiare River, a corridor and

zoogeographical filter for dispersal between the Orinoco and Amazon basins.
Journal of Biogeography, 35(9), 1551-1563.

ZAPATA, L. A. Y USMA, J. (Editores). 2013. Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

X. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo

ESTACION		Ubicación	
Fecha		Hora inicio	
Departamento		Hora final	
Provincia		Referencia Zonal	
Distrito		Coordenadas	
Altitud			
Ancho muestreo (m)		Tipo de agua	
Longitud muestreo (m)		Color aparente del agua	
Margen de muestreo		Transparencia (cm)	
Pendiente (°)		Cauce de cuerpo de agua (m)	
Profundidad Promedio Muestreo / Máxima (cm)		Velocidad corriente	
Clima		Orilla (%)	Amplitud
Microhábitats (%)	Rápidos		Pendiente (°)
	Remanso		Cobertura
	Corrida		Tipo
	Pozas	Vegetación ribereña	
	Palizadas	Cobertura vegetación ribereña (%)	
	Otros	Vegetación Predominante (%)	Arboles
Substrato (%)	Arcilla		Arbustos
	Limo / Fango		Pastos
	Arena		Herbáceas
	Grava		Temperatura
	Canto Rodado	Parámetros físicoquímicos	Conductividad
	Piedra (bolones)		PH
	Roca Madre		Oxígeno
	Hojarasca/Troncos sumergidos		
	Otros	Esfuerzo de muestreo	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Registros fotográficos

ESTACIONES DE MUESTREO



Estación BIA-01 (río Biabo – aguas arriba casa Guardaparque)



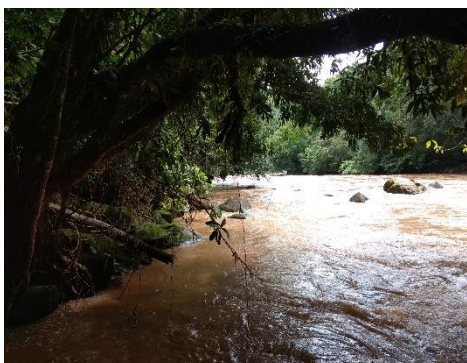
Estación BIA- 02 (río Biabo – aguas arriba casa Guardaparque)



Estación BIA-03 (río Biabo – aguas abajo casa Guardaparque)



Estación BIA-04 (río Biabo)



Estación BIA-05 (río Biabo)



Estación BIA-06 (río Biabo)



Estación BIA-07 (quebrada Vaquerillo)



Estación BIA-08 (río Biabo)



Estación BIA-09 (río Biabo)



Estación BIA-10 (río Biabo – Caserío Nuevo San Miguel)



Estación BIA-11 (río Biabo)



Estación BIA-12 (río Biabo)



Estación BIA-13 (quebrada Yuracyacu – C.P José Olaya)



Estación BIA-14 (quebrada Pavo – C.P José Olaya)



Estación BIA-15 y BIA-16 (quebrada Tiayacu – C.P Barranca)



Estación BIA-17 (río Biabo – C.P Barranca)



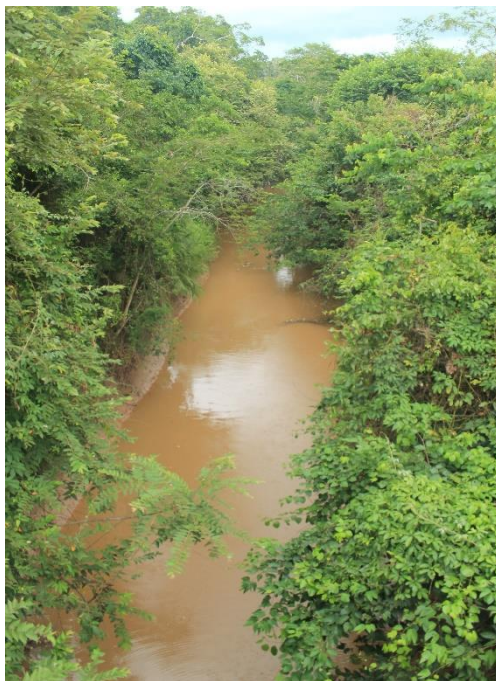
Estación BIA-18 (río Biabo – C.P Santa Elena)



Estación BIA-19 (río Biabo – C. P La Unión)



Estación BIA-20 (río Ponasillo – C.P Nuevo Lima)



Estación BIA-21 (río Bombanajillo –C.P
José Gálvez)



Estación BIA-22 (río Biabo – C.P José Gálvez)

ESPECIES COLECTADAS



Loricaria
(Estación BIA-12)



Knodus orteguasae
(Estación BIA-12)



Vandellia cirrhosa
Estación (BIA-11)



Zungaro zungaro
Estación (BIA-06)



Chaetostoma aff. *lineopunctatum*
Estación (BIA-11)



Henonemus punctatus
Estación (BIA-19)



Astyanax maximus
MUSM 64436



Bujurquina huallage
MUSM 64416



Creagrutus flavescens
MUSM 64019



Paragoniates alburnus
MUSM 64089



Farlowella smithii
MUSM 64426



Loricaria cataphracta
MUSM 64427



Megalonema platycephalum
MUSM 64078



Pimelodella gracilis
MUSM 64064



Parodon pongoensis
MUSM 64050



Sternopygus macrurus
MUSM 64050



Synbranchus aff. madeirae
MUSM 64093

Anexo 3. Descripción de los ambientes acuáticos evaluados en la cuenca río Biabo (diciembre 2017)

ESTACIONES		BIA-01	BIA-02	BIA-03	BIA-04	BIA-05	BIA-06	BIA-07	BIA-08	BIA-09	BIA-10
Ubicación		Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo	Quebrada Vaquerillo	Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo
Distrito		Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo	Alto Biabo
Referencia Zonal		Caserío Nuevo San Miguel Casa del Guardaparque	Caserío Nuevo San Miguel Casa del Guardaparque	Caserío Nuevo San Miguel Casa del Guardaparque	Caserío Nuevo San Miguel Raquina	Caserío Nuevo San Miguel Raquina	Caserío Nuevo San Miguel Vaquerillo	Caserío Nuevo San Miguel Vaquerillo (tributario m.d del río Biabo)	Caserío Nuevo San Miguel	Caserío Nuevo San Miguel	Caserío Nuevo San Miguel
GPS: UTM 18M		351589	350233	347903	342944	342799	342336	342870	342411	345415	344037
		9146039	9148567	9149832	9148790	9149322	9152127	9153077	9154325	9156646	9157205
Altitud		701	690	628	425	417	357	372	343	331	320
Fecha		10-Dic-17	10-Dic-17	11-Dic-17	7-Dic-17	7-Dic-17	6-Dic-17	6-Dic-17	8-Dic-17	8-Dic-17	13-Dic-17
Hora inicio / final		11:20 / 12:35	15:45 / 16:45	11:00 / 12:30	10:25 a.m.	12:00 p.m.	12:40 p.m.	9:20 a.m.	09:05 / 10:00	11:35 / 12:45	12:00 / 13:00
Tipo de agua / color aparente del agua		blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón
Transparencia (cm)		5	5	5	5	5	<5	5	10	10	10
Ancho espejo / Cauce de cuerpo de agua (m)		50 / 60	50 / 58	50 / 55	50 / 55	90	40 / 48	11 / 20	90	90	70
Profundidad Promedio Muestreo / Máxima (cm)		100 / >150	130 / >150	60 / >120	100 / >120	120 / >120	100 / >120	80 / 140	120 / >120	90 / >120	140/>150
Velocidad corriente		lenta	lenta	torrentosa	torrentosa	muy fuerte / torrentosa	fuerte / torrentosa	moderada / muy fuerte	fuerte / muy fuerte	fuerte	moderada
Clima		soleado	soleado	lluvioso	parcialmente soleado	soleado (sombra)	llovizna	llovizna	soleado (sombra)	soleado (sombra)	soleado (sombra)
Ancho muestreo (m)		5	3	3	3	2	5	4	4	5	5
Longitud muestreo (m)		100	70	70	50	50	120	100	100	100	80
Margen de muestreo		ambas	derecha	derecha	Derecha	derecha	derecha	ambas	derecha	derecha	derecha
Orilla	Amplitud	estrecha / nula	nula	nula	Nula	nula	estrecha / mediana	nula / estrecha	estrecha	estrecha / nula	estrecha / nula
	Tipo	arenoarcillosa	arenoarcillosa / rocosa	rocosa / pedregosa	Rocosa	rocosa / gravosa	rocosa / arenoarcillosa	rocosa	rocosa / arenoarcillosa	rocosa / pedregosa / arenoarcillosa	arenoarcillosa
Substrato (%)	Arcilla	20	20		3	2	4	10	10	15	10
	Limo / Fango						1				
	Arena	70	70	5	10	7	20	15	40	50	60
	Grava			5		2	2	15	2		

	Canto Rodado			15	15	10	20	20	10	10	
	Piedra (bolones)			65	70	70	49	25	23	15	
	Roca Madre			9				15	5		
	Hojarasca/Troncos sumergidos			1	2		3		8	10	
	Otros	10 / vegetación enraizada sumergida	10 / vegetación enraizada sumergida			9 / vegetación enraizada	1 / vegetación enraizada		2 / vegetación enraizada		20 / vegetación enraizada
Vegetación ribereña		bosque primario / vegetación pionera	bosque primario / vegetación pionera	bosque primario	bosque primario	bosque primario	bosque primario	bosque primario	bosque primario	bosque primario / vegetación secundaria	bosque primario / vegetación secundaria

ANEXO 3 (continuación)

ESTACIONES	BIA-11	BIA-12	BIA-13	BIA-14	BIA-15	BIA-16	BIA-17	BIA-18	BIA-19	BIA-20	BIA-21	BIA-22
Ubicación	Río Biavo	Río Biavo	Qda. Yuracyacu	Qda Pavo	Qda Tiayacu	Qda Tiayacu	Río Biabo	Río Biabo	Río Biabo	Río Ponasillo	Río Bombanajillo	Río Biavo
Distrito	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Alto Biavo	Bajo Biavo	Bajo Biavo	Bajo Biavo	Bajo Biavo
Referencia Zonal	aguas arriba 2.8 km del puerto Jose Olaya	Aguas arriba 1.3 km del puerto Jose Olaya	Centro poblado Jose Olaya (tributario m.d del rio Biabo)	Centro poblado Jose Olaya (tributario m.d del rio Biabo)	Centro poblado Barranca (tributario margen derecho)	Centro poblado Barranca (tributario margen derecho)	Centro poblado Barranca	Centro poblado Santa Elena	Centro poblado La Unión	Centro poblado Nuevo Lima	Centro poblado José Galvez	Centro poblado José Galvez
GPS: UTM 18M	341172	341696	344648	342407	341274	341059	337729	335285	332637	338263	341233	341513
	9179327	9179699	9178729	9185306	9195219	9195263	9195505	9201579	9207689	9213058	9218961	9220598
Altitud	270	272	298	268	276	274	256	249	243	236	238	232
Fecha	9/12/17	9/12/17	9/12/17	9/12/17	8/12/17	8/12/17	10/12/17	10/12/17	10/12/17	11/12/17	11/12/17	11/12/17
Hora inicio / final	09:25 / 10:40	10:50 / 12:30	14:15 / 15:40	16:20 / 17:40	15:10 / 16:40	17:00 / 18:00	09:35 / 10:55	12:10 / 13:30	15:15 / 16:50	13:10 / 14:50	10:55 / 12:00	09:30 / 10:40
Microhábitat	playa arenopedregosa, troncos sumergidos, vegetación sumergida y enraizada	playa arenosa, troncos sumergidos, vegetación sumergida y enraizada	rápido, corrida y bancos pedregosos	rápido, corrida y bancos arenosos	corrida y bancos arenosos	corrida y bancos arenosos	rapidos, vegetación sumergida y enraizada	corrida, bancos limofangos o y vegetación sumergida y enraizada	corrida, bancos limofangos o y vegetación sumergida y enraizada	corrida, rapidos y bancos arenofangos o	corrida, bancos limofangoso y vegetación sumergida y enraizada	corrida, bancos limofangoso y vegetación sumergida y enraizada
Tipo de agua / color aparente del agua	blanca / marrón	blanca / marrón	mixta	mixta	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón	blanca / marrón
Transparencia (cm)	5	5	25	20	15	10	5	5	5	5	5	5
Ancho espejo / Cauce de cuerpo de agua (m)	80 / 100	70 / 95	6 / >8	8 / <9	8 / <9	6 / <7	120 / 150	90 / 110	100 / 110	12	10	150
Profundidad Promedio Muestreo / Máxima (cm)	80 / 120	30 / 80	20	20 / 40	25 / 40	20 / 30	30 / 60	50 / 65	40 / 80	40 / 70	100 / 140	80 / 140
Velocidad corriente	moderada	moderada	lenta	lenta	moderada / lenta	moderada / lenta	moderada/ fuerte	moderada	moderada	moderada/ fuerte	lenta	lenta / moderada
Clima	soleado	soleado	soleado	soleado	soleado	soleado	soleado	soleado	soleado	lluvioso	lluvioso	nublado
Ancho muestreo (m)	10	7	6	8	8	6	15	12	12	7	10	6
Longitud muestreo (m)	50	70	100	100	180	150	150	100	100	100	100	60

Margen de muestreo		derecha	izquierda	ambos	ambos	ambos	ambos	derecha	derecha	derecha	derecha	ambos	derecha
Orilla	Amplitud	mediana	mediana	mediana	mediana/e estrecha	estrecha	estrecha / nula	mediana / estrecha	mediana / estrecha	mediana / estrecha	estrecha	estrecha	estrecha
	Tipo	arenopedregoso	arenoso	arenoso	gravoarenosa	arenoso	arenoso	arenoso	fangoso	fangoso	arenofangoso	arenofangoso	arenofangoso
Substrato (%)	Arcilla												
	Limo / Fango		30						(60 / 22)	(65 / 18)	(45 / 15)	(50 / 30)	(65 / 25)
	Arena	80	58	30	90	70	85	20			35	8	
	Grava				10	20	10	68					
	Canto Rodado	10		40		5	2	2					
	Piedra (bolones)			30									
	Roca Madre												
	Hojarasca/Troncos sumergidos	2	5			2	3		3	7		4	
	Otros	8 / vegetación enraizada	7 / vegetación enraizada			3 / vegetación enraizada		10 / vegetación enraizada sumergida	15 / vegetación enraizada sumergida	10 / vegetación enraizada sumergida	5 / vegetación enraizada sumergida	8 / vegetación enraizada sumergida	10 / vegetación enraizada sumergida
Vegetación ribereña		bosque primario / vegetación secundaria	bosque primario / vegetación secundaria	Vegetación primaria y secundaria	bosque secundario	bosque secundario	bosque secundario	bosque secundario	bosque secundario	bosque secundario	bosque secundario	bosque primario y bosque secundario	bosque secundario

Anexo 4. Composición taxonómica registrada en la Cuenca rio Biabo (diciembre 2017)

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	BIA-01	BIA-02	BIA-03	BIA-04	BIA-05	BIA-06	BIA-07	BIA-08	BIA-09	BIA-10
CHARACIFORMES	Characidae	Acestrocephalus	<i>Acestrocephalus boehlkei</i>										
		Astyanax	<i>Astyanax bimaculatus</i>										
			<i>Astyanax maximus</i>	2	8	2	1	1		4			
		Bryconamericus	<i>Bryconamericus sp</i>	3	19		3	8	1				
		Creagrutus	<i>Creagrutus barrigai</i>								2	3	
			<i>Creagrutus flavescens</i>	440	254			2	2		2		
		Ctenobrycon	<i>Ctenobrycon sp</i>										
		Knodus	<i>Knodus hypopterus</i>		78							5	
			<i>Knodus megalops</i>						4		3		6
			<i>Knodus ortegasae</i>						7		5	4	
			<i>Knodus aff. smithi</i>						25				
		Odontostilbe	<i>Odontostilbe sp</i>					6	25		22	10	6
			<i>Odontostilbe fugitiva</i>				3						
		Paragonniates	<i>Paragonniates alburnus</i>										1
		Prodontocharax	<i>Prodontocharax alleni</i>										
			<i>Prodontocharax melanotus</i>						2				
	Crenuchidae	Characidium	<i>Characidium sp 1</i>							15			
			<i>Characidium sp 2</i>							12			
			<i>Characidium sp 3</i>							1			
		Microcharacidium	<i>Microcharacidium sp</i>										
	Triportheidae	Clupeacharax	<i>Clupeacharax anchoveoides</i>										
	Parodontidae	Parodon	<i>Parodon buckleyi</i>			1							
			<i>Parodon pongoensis</i>							1			
	Prochilodontidae	Prochilodus	<i>Prochilodus nigricans</i>										
	Serrasalminae	Serrasalmus	<i>Serrasalmus sp</i>										
			<i>Serrasalmus rhombeus</i>										
GYMNOTIFORMES	Apterodontidae	Sternarchorhynchus	<i>Sternarchorhynchus sp</i>								1		
	Sternopygidae	Sternopygus	<i>Sternopygus macrurus</i>										1

SILURIFORMES	Aspredinidae	Bunocephalus	<i>Bunocephalus aleuropsis</i>										
	Heptateridae	Pimelodella	<i>Pimelodella gracilis</i>				2		2		2	1	
	Pimelodidae	Megalonema	<i>Megalonema platycephalum</i>										
		Pimelodus	<i>Pimelodus ornatus</i>										
		Zungaro	<i>Zungaro zungaro</i>						1			1	
	Trichomycteridae	Henonemus	<i>Henonemus punctatus</i>										
		Vandellia	<i>Vandellia cirrhosa</i>										
	Loricariidae	Ancistrus	<i>Ancistrus sp</i>										
		Aphanotorulus	<i>Aphanotorulus unicolor</i>										
		Chaetostoma	<i>Chaetostoma sp</i>							4			
			<i>Chaetostoma aff. lineopunctatum</i>			5		1	8			1	
		Farlowella	<i>Farlowella nattereri</i>										
			<i>Farlowella smithi</i>										
		Hypostomus	<i>Hypostomus sp</i>		1			2					
			<i>Hypostomus sp1</i>										
			<i>Hypostomus aff. emarginatus</i>										
		Lasiancistrus	<i>Lasiancistrus schomburgkii</i>							6			1
		Loricaria	<i>Loricaria sp</i>										
			<i>Loricaria cataphracta</i>									1	2
		Sturisoma	<i>Sturisoma rostratum</i>										
			<i>Sturisoma sp</i>										
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	Poecilia	<i>Poecilia reticulata</i>										
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	Synbranchus	<i>Synbranchus aff. madeirae</i>										
CICHLIFORMES	Cichlidae	Bujurquina	<i>Bujurquina huallagae</i>										
		Crenicichla	<i>Crenicichla sedentaria</i>										
6	16	36	53	3	5	3	4	6	10	7	7	8	6
			Número de individuos	445	360	8	9	20	77	43	37	26	17

Anexo 4. Composición taxonómica registrada en la Cuenca rio Biabo (continuación)

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	BIA-11	BIA-12	BIA-13	BIA-14	BIA-15	BIA-16	BIA-17	BIA-18	BIA-19	BIA-20	BIA-21	BIA-22
CHARACIFORMES	Characidae	Acestrocephalus	<i>Acestrocephalus boehlkei</i>			1				2		8		1	
		Astyanax	<i>Astyanax bimaculatus</i>					1							
		Astyanax	<i>Astyanax maximus</i>				1			1		3	2	10	
		Bryconamericus	<i>Bryconamericus sp</i>												
		Creagrutus	<i>Creagrutus barrigai</i>	25	108			1		9		22	24		18
			<i>Creagrutus flavescens</i>			1	2	4	1	2					
		Ctenobrycon	<i>Ctenobrycon sp</i>									1			
		Knodus	<i>Knodus hypopterus</i>	9	80	4	11	35	43	13	111	543	11	73	7
			<i>Knodus megalops</i>		2	31	57	22	10	5	7			1	
			<i>Knodus ortegasae</i>	8	14	2	55	53	16	45			16		2
			<i>Knodus aff. smithi</i>		1									4	
		Odontostilbe	<i>Odontostilbe sp.</i>	3	22					1	13	25		47	
			<i>Odontostilbe fugitiva</i>								25			13	2
		Paragonniates	<i>Paragonniates alburnus</i>		1	1	11	4	3	1		6		2	
		Prodontocharax	<i>Prodontocharax alleni</i>								1	1	1		
			<i>Prodontocharax melanotus</i>												
	Crenuchidae	Characidium	<i>Characidium sp 1</i>												
			<i>Characidium sp 2</i>												
			<i>Characidium sp 3</i>												
		Microcharacidium	<i>Microcharacidium sp</i>									2			
	Triporthidae	Clupeacharax	<i>Clupeacharax anchoveoides</i>	2							1	1	4		
	Parodontidae	Parodon	<i>Parodon buckleyi</i>												
			<i>Parodon pongoensis</i>									2			
	Prochilodontidae	Prochilodus	<i>Prochilodus nigricans</i>					1	1					1	
	Serrasalminae	Serrasalmus	<i>Serrasalmus sp</i>									2			
			<i>Serrasalmus rhombeus</i>											1	
GYMNOTIFORMES	Apteronotidae	Sternarchorhynchus	<i>Sternarchorhynchus sp</i>												
	Sternopygidae	Sternopygus	<i>Sternopygus macrurus</i>										1		

SILURIFORMES	Aspredinidae	Bunocephalus	<i>Bunocephalus aleuropsis</i>									1			
	Heptateridae	Pimelodella	<i>Pimelodella gracilis</i>									1		4	
	Pimelodidae	Megalonema	<i>Megalonema platycephalum</i>	1											
		Pimelodus	<i>Pimelodus ornatus</i>							1					
		Zungaro	<i>Zungaro zungaro</i>												
	Trichomycteridae	Henonemus	<i>Henonemus punctatus</i>	1								1			
		Vandellia	<i>Vandellia cirrhosa</i>	2											
	Loricariidae	Ancistrus	<i>Ancistrus sp</i>		1										
		Aphanotorulus	<i>Aphanotorulus unicolor</i>							1				4	
		Chaetostoma	<i>Chaetostoma sp</i>												
			<i>Chaetostoma aff. lineopunctatum</i>			4	1								
		Farlowella	<i>Farlowella nattereri</i>									1			
			<i>Farlowella smithi</i>				1	3		1					
		Hypostomus	<i>Hypostomus sp</i>									2	1	1	
			<i>Hypostomus sp1</i>					1							
			<i>Hypostomus aff. emarginatus</i>	1											
		Lasiancistrus	<i>Lasiancistrus schomburgkii</i>												
		Loricaria	<i>Loricaria sp</i>	1	1							1			
			<i>Loricaria cataphracta</i>							2					
		Sturisoma	<i>Sturisoma rostratum</i>		9							3			
			<i>Sturisoma sp</i>											2	
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	Poecilia	<i>Poecilia reticulata</i>						1						
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	Synbranchus	<i>Synbranchus aff. madeirae</i>		1										
CICHLIFORMES	Cichlidae	Bujurquina	<i>Bujurquina huallagae</i>			1	1	1	3						
		Crenicichla	<i>Crenicichla sedentaria</i>				1								
6	16	36	53	10	11	8	10	11	8	11	8	19	8	14	4
			Número de individuos	53	240	45	141	126	78	82	160	626	60	164	29

ANEXO 5. Composición trófica de los peces para la realización del IBI

<p>Omnívoros</p>	<p>CHARACIFORMES: <i>Acestrocephalus boehlkei</i>, <i>Astyanax bimaculatus</i>, <i>Astyanax maximus</i>, <i>Bryconamericus sp.</i>, <i>Creagrutus barrigai</i>, <i>Creagrutus flavescens</i>, <i>Ctenobrycon sp.</i>, <i>Knodus hypopterus</i>, <i>K. megalops</i>, <i>K. Ortiguasae</i>, <i>K. savannensis</i>, <i>K. aff. Smithi</i>, <i>Odontostilbe sp.</i>, <i>O. fugitiva</i>, <i>Paragoniates alburnus</i>, <i>Prodontocharax alleni</i>, <i>P. melanotus</i>, <i>Characidium</i>, <i>Microcharacidium</i>, <i>Parodon buckleyi</i>, <i>P. pongoensis</i>.</p> <p>SILURIFORMES: <i>Bunocephalus aleuopsis</i>, <i>Chaetostoma lineopunctatum</i>, <i>Farlowella nattereri</i>, <i>Farlowella smithi</i>.</p> <p>CYPRINODONTIFORMES: <i>Poecilia reticulata</i></p> <p>CICHLIFORMES: <i>Bujurquina huallagae</i></p>
<p>Carnívoros</p>	<p>CHARACIFORMES: <i>Clupeacharax anchoveoides</i>, <i>Serralsamus sp.</i>, <i>S. rhombeus</i></p> <p>GYMNOTIFORMES: <i>Sternarchorhynchus sp.</i>, <i>Sternopygus macrurus</i></p> <p>SILURIFORMES: <i>Pimelodella gracilis</i>, <i>Megalonema platycephalum</i>, <i>Pimelodus ornatus</i>, <i>Zungaro zungaro</i>, <i>Henonemus punctatus</i>, <i>Vandellia cirrhosa</i></p> <p>SYNBRANCHIFORMES: <i>Synbranchus aff. Madeirae</i></p> <p>CICHLIFORMES: <i>Crenicichla sedentaria</i></p>
<p>Detritívoro</p>	<p>CHARACIFORMES: <i>Prochilodus nigricans</i></p> <p>SILURIFORMES: <i>Aphanotorulus unicolor</i>, <i>Hypostomus</i>, <i>Lasiancistrus schomburgkii</i>, <i>Loricaria sp.</i>, <i>L. cataphracta</i>, <i>Sturisoma rostratum</i>.</p>

Anexo 6. Puntuación del IBI

Categorías		Criterios	BIA-01	BIA-02	BIA-03	BIA-04	BIA-05	BIA-06	BIA-07	BIA-08	BIA-09	BIA-10	BIA-11	BIA-12	BIA-13	BIA-14	BIA-15	BIA-16	BIA-17	BIA-18	BIA-19	BIA-20	BIA-21	BIA-22
Riqueza o diversidad de especies	1	Cantidad de spp.	3	3	3	3	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
	2	Characiformes	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	5	3	3	5	5	5	3	5	3	5	3
	3	Siluriformes IBI	1	1	1	1	3	3	1	3	3	3	5	5	5	3	3	1	3	3	5	1	3	1
	4	Gymnotiformes	1	1	1	1	1	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1
	5	No Ostariophysi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	3	5	1	1	1	1	1	1
	6	Tolerantes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	3	5	1	1	1	1	1	1
Composición trófica de las especies	7	Omnívoros	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	5	5	5	5	5	3	5	3	3	3
	8	Detritívoros	1	3	1	1	3	1	1	3	3	3	3	5	1	1	3	3	3	3	3	1	5	1
	9	Carnívoros	1	1	1	3	1	3	3	3	3	1	5	3	1	3	1	1	1	3	5	3	3	1
Abundancia y condición de los peces	10	No. Individuos	5	5	1	1	1	3	3	3	1	1	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	1
	11	Aspecto saludable	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	12	Sin lesiones	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VALORES DEL IBI			26	32	22	24	32	34	36	36	38	26	38	48	40	44	42	44	38	36	46	36	40	26
Calificación			M	R	M	M	R	R	R	R	R	M	R	B	R	B	B	B	R	R	B	R	R	M
			Zona de Amortiguamiento cerca "CAMPAMENTO"										JOSE OLAYA- DESEMBOCADURA AL HUALLAGA											